Environment CANADA Environnement
0016390J VOL ISS 46 1985
EXC # 001
SK 471 C345
REPORT SERIES (CANADIAN WILDLIFE SE
RVICE)
OOFF

A natural history of Digges Sound

85-5284/

Environment Canada
Canadian Wildlife Service

Environnement Canada
Service canadien de la faune

. . . in this place is the greatest quantity of these fowle (whom we call WILLOCKS [murres]), that in few places else the like is to be seen; for if neede were we might have killed many thousands, almost incredible to those which have not seen it.

William Baffin, 1665 (in Markham 1881)

B Lyon

A.J. Gaston*
D.K. Cairns†
R.D. Elliot‡
D.G. Noble*

A natural history of Digges Sound

Canadian Wildlife Service
Report Series Number 46

Disponible également en français

Cite as:
Gaston, A.J.; Cairns, D.K.; Elliot, R.D.; Noble, D.G. 1985. A natural history of Digges Sound. Can. Wildl. Serv. Rep. Ser. No. 46. 63 pp.

*CWS, Ottawa, Ont. K1A 0E7

†Dep. of Biology, Memorial University, St. John's, Nfld. A1B 3X9

‡CWS, P.O. Box 9158, St. John's, Nfld. A1A 2X9

Canadian Wildlife Service
Ottawa K1A 0E7

Issued under the authority of
the Minister of the Environment

Canada Wildlife Service

©Minister of Supply and Services
Canada 1985
Available by mail from
Printing and Publishing
Supply and Services Canada
Ottawa, Canada K1A 0S9
or through your bookseller

Prices:
Canada $8.00
Other countries $9.60
Prices subject to change without notice

Catalogue No. CW65-8/46E
ISBN 0-660-11785-1
ISSN 0069-0031

Design: Rolf Harder & Assoc.
Printing: K.G. Campbell Corporation
Contract No: KN107-4-5809

Front cover
Top: East Digges Island; the waterfall, June 1981 (photo: A. Gaston)
Bottom left: Large-flowered wintergreen, East Digges Island (photo: A. Gaston)
Bottom centre: Thick-billed Murres on an ice floe, Digges Sound (photo: S. Smith)
Bottom right: Red fox kits, East Digges Island, 1981 (photo: A. Gaston)

Contents

5 Acknowledgements
6 Abstract
7 **Introduction**
11 **The ecology of Digges Sound**
11 1. Physical environment
11 1.1. Topography
12 1.2. Oceanography
13 1.3. Ice
15 1.4. Climate
16 2. People
17 3. Terrestrial environment
17 3.1. Vegetation
17 3.2. Herbivores
18 3.3. Carnivores
18 3.4. Small birds
19 4. Marine biology
19 4.1. Plankton
20 4.2. Fish
21 4.3. Marine mammals
22 **The seabirds**
22 1. Populations and colonies
22 1.1. Eiders
22 1.2. Gulls
22 1.3. Arctic Tern
23 1.4. Razorbill
23 1.5. Thick-billed Murre
25 1.6. Black Guillemot
25 1.7. Atlantic Puffin
27 2. Distribution at sea
27 2.1. Boat surveys
27 2.2. Aerial surveys
29 3. Breeding biology
29 3.1. Gulls
32 3.2. Thick-billed Murre
39 3.3. Black Guillemot
43 **The predators**
43 1. Ravens
43 1.1. Breeding biology
44 1.2. The effect of predation by ravens on the murres
45 2. Gulls
45 2.1. Predation techniques
46 2.2. The effect of predation by gulls on the murres
46 3. Falcons and foxes
46 3.1. Falcons
47 3.2. Red fox
47 4. Conclusions
49 **The food web**
51 **Literature cited**
53 **Appendices**

List of tables

15 Table 1. Weather data from Nottingham Island for 1930–70
19 Table 2. Marine invertebrates collected in the Digges Sound area
20 Table 3. List of marine fish identified at Digges Sound, the means by which they were taken, and their probable occurrence in the water column
22 Table 4. Estimated numbers of Common Eiders breeding in the Digges Sound area, between Cape Wolstenholme and Piqiulik Island
23 Table 5. Counts and breeding population estimates for gulls in the Digges Sound area
25 Table 6. Estimated numbers of Black Guillemots breeding in the Digges Sound area between Cape Wolstenholme and Piqiulik Island
27 Table 7. Mean numbers of Black Guillemots and Thick-billed Murres recorded per minute on small-boat transects carried out around Nuvuk Islands in August 1981, in relation to water depth
31 Table 8. Clutch sizes of Glaucous and Iceland Gulls at Digges Sound, 1981 and 1982
31 Table 9. Breeding success of Glaucous Gulls at colony S2 on East Digges Island, 1982
32 Table 10. Food fed to Glaucous Gull chicks at colony S2 on East Digges Island, 1982
34 Table 11. Comparison of *K*-ratios at Prince Leopold Island and East Digges Island during 1 week at about the median date of hatching
34 Table 12. The timing of breeding by Thick-billed Murres at East Digges Island in 1980–82
34 Table 13. Egg volume indices recorded on three plots on East Digges Island in 1980, 1981, and 1982
37 Table 14. Reproductive success of Thick-billed Murres at East Digges Island in 1980–82
37 Table 15. The diet of adult Thick-billed Murres in the Digges Sound area based on the analysis of stomach contents
39 Table 16. The percentage occurrence by number and weight of nine organisms in the diet of Thick-billed Murre chicks at East Digges Island in 1980–82, ascertained from specimens collected from the breeding ledges
39 Table 17. Weights of meals delivered to Thick-billed Murre chicks at East Digges Island in 1980–82
40 Table 18. Breeding success of Black Guillemots on Pitsulak City in 1981 and 1982
41 Table 19. Prey remains found in the stomachs of Black Guillemots collected in the Digges Sound area in 1981 and 1982
41 Table 20. Food fed to Black Guillemot chicks at Pitsulak City in 1981 and 1982

44 Table 21. Rates of predation by ravens on Thick-billed Murre eggs and chicks, seen from three watch points on East Digges Island in 1982

47 Table 22. Impact of predation on the population size and reproductive success of Thick-billed Murres at East Digges Island in 1982

List of figures

7 Figure 1. Hudson Strait and northern Hudson Bay, showing the position of Digges Sound and other major seabird colonies

8 Figure 2. Map of Digges Sound and adjacent waters

9 Figure 3. Map of the Nuvuk Islands and surroundings

11 Figure 4. Map of East Digges Island

12 Figure 5. Bathymetry of northeast Hudson Bay and western Hudson Strait

13 Figure 6. Ice conditions around Digges Sound in May 1982, mid-June 1980, mid-June 1981, and mid-June 1982

14 Figure 7. Position of Thick-billed Murre study plots and gull observation points on East Digges Island

14 Figure 8. Weather recorded at East Digges Island during summers 1980, 1981, and 1982

19 Figure 9. Laying dates of first eggs for Snow Buntings and Water Pipits at East Digges Island in 1980–82

23 Figure 10. Position of gull colonies in the vicinity of Digges Sound

26 Figure 11. Distribution of Thick-billed Murres seen on boat transects around Pitsulak City on 15 August 1981 and 20 August 1981

27 Figure 12. Echo-sounder trace in Nuvuk Islands area, showing the position of concentrations of murres in relation to probable zooplankton swarms

28 Figure 13. Flight directions and numbers of Thick-billed Murres seen on aerial surveys around Digges Sound on 9 July 1981

28 Figure 14. Densities of Thick-billed Murres seen on aerial surveys around Digges Sound on 9 August 1981

30 Figure 15. Counts of Glaucous Gulls at colony S2 and on an adjacent loafing area on 7–13 August 1982

30 Figure 16. Density indices of Glaucous Gull eggs measured at Digges Island in relation to the length of time before hatching

31 Figure 17. Timing of hatching in the Digges Sound area for Glaucous Gulls in 1981 and 1982 and for Iceland Gulls in 1982

33 Figure 18. Rates of feeding recorded for Glaucous Gull chicks at colony S2 in relation to time of day

34 Figure 19. Changes in numbers of Thick-billed Murres present during daily counts and changes in the proportion of breeding pairs to birds present at study plots on East Digges Island

35 Figure 20. Egg volume indices for Thick-billed Murres at East Digges Island in 1981 and 1982, in relation to date of laying and proportion of eggs laid

36 Figure 21. Weight increase of Thick-billed Murre chicks at East Digges Island in 1980–1982, compared to data for 1977 from Prince Leopold Island

36 Figure 22. Increase in wing length of Thick-billed Murre chicks at East Digges Island in 1980–82, compared to data for 1977 from Prince Leopold Island

38 Figure 23. Diet of adult Thick-billed Murres in 1980 and 1981 estimated in terms of wet weight eaten

40 Figure 24. Timing of hatching for Black Guillemot chicks at Pitsulak City in 1981 and 1982

40 Figure 25. Weight increase of Black Guillemot chicks in the Nuvuk Islands area in 1980, 1981, and 1982

41 Figure 26. Growth in wing length of Black Guillemot chicks measured on Pitsulak City in 1981 and 1982

42 Figure 27. Changes in the proportion of different fish species in the diet of Black Guillemot chicks at Pitsulak City during August 1982

43 Figure 28. Positions of raven nests on East Digges Island in 1982

44 Figure 29. Intensity of predation by ravens on Thick-billed Murre eggs and chicks at East Digges Island, in relation to date, 1980 and 1982

45 Figure 30. The probability of predation by ravens on murre eggs during a 32-day incubation period, on East Digges Island, according to date laid

48 Figure 31. The losses of Thick-billed Murres' eggs to predators (except people) on East Digges Island as a percentage of the breeding population: average of 1980–82

49 Figure 32. The food web centred on the Thick-billed Murre colony at Digges Sound, showing connections across the marine–terrestrial boundary

List of appendices

53 Appendix 1. Status and scientific names of birds and mammals recorded at Digges Sound, with notes on species not otherwise covered in the text

55 Appendix 2. Vascular plants collected in the Digges Sound region during 1980–82

56 Appendix 3. Conversion factors used to convert counts of gulls at their breeding colonies to numbers of breeding pairs

56 Appendix 4. Comparison of photo and ground counts for murres at East Digges Island

56 Appendix 5. Variation in hourly counts, conversion factors for estimating breeding populations and estimated errors of population estimates for Black Guillemots at Pitsulak City

57 Appendix 6. Counts of Glaucous and Iceland gulls on or near the Digges Island murre colony in 1982

57 Appendix 7. Dimensions of eggs measured at Digges Sound

57 Appendix 8. Rates of feeding of Glaucous Gull broods and chicks at colony S2, East Digges Island in 1982

58 Appendix 9. Growth data for Thick-billed Murre chicks on plot R, Digges Island: weight in relation to age and wing length in relation to age

58 Appendix 10. Comparison of Thick-billed Murre chick growth at Digges Island and Prince Leopold Island

59 Appendix 11. Site occupancy of Thick-billed Murres in relation to laying and breeding success between the median date of laying and the start of fledging in 1980 and 1981

59 Appendix 12. Calculations of total wet weight of food represented by remains in murre stomachs, 1980 and 1981

60 Appendix 13. Method used in estimating the availability of Thick-billed Murre eggs and chicks at East Digges Island in 1982 and tabulated estimates

61 Appendix 14. Calculation of the probability of ravens preying on Thick-billed Murre eggs according to date laid

61 Appendix 15. Estimates of numbers of Thick-billed Murres' eggs and chicks fed to the chicks of Glaucous Gulls at plot S2

Acknowledgements

Many people assisted with this project at one stage or another and we apologize for any omissions from the following list. For financial or logistic support or both throughout the project we thank the Baseline Studies program of Environment Canada, the OLABS program of Petro-Canada (on behalf of the Labrador Group of Companies), Polar Continental Shelf Project of Department of Energy, Mines and Resources, Bradley Air Services, the Ikaluit Laboratory of Department of Indian Affairs and Northern Development, the Ashestos Corporations of North America, and the Canadian Coast Guard. David Nettleship, Graham Cooch, Wayne Speller, and Bruce Johnston all contributed to the planning of the project, and David Nettleship also organized equipment purchases in 1980 and supervised the photocount of the murre colonies. In Frobisher Bay we were given excellent support by Andy Thériault and by Fiona Paton and Cathy Hanson, who maintained our radio contact.

In Ivujivik we were assisted by so many people that we could probably list the whole village. We thank you all, and especially Adami Mangiuk, Passa Mangiuk, Charlie Tarqik, Paulussi Alaku, Arnaituk Mark, and Mark-André Dubé. Our sincere thanks also to the denizens of the Ivujivik nursing station: Jacques Bélanger, Chantal Renaud, Claire Rochefort, Colette Ruel, Joanne Coulombe, Raymond Valiquet, and Suzanne Dumais, who frequently provided us with a home away from home.

We are grateful to Hugh Boyd, Graham Cooch, Steve Curtis, Tony Diamond, Tony Erskine, and David Nettleship for comments on this manuscript. For the identification of specimens obtained from food material we are grateful to Dianne Laubitz, Len Marhue, Don McAllister, Mark Shih and Jane Topping of the National Museums of Canada. Thanks to the drafting department of Environment Canada for the figures and to Ian Jones for the line drawing. Lastly our sincere thanks to everyone who worked with us in the field during 1979–83: Winnifred Cairns, Jamie Campbell, Gilles Chapdelaine, George Finney, Vicki Friesen, John Geale, Colleen Hyslop, Ian Jones, Heinrich Kaiser, Bruce Lyon, Andrew Macfarlane, Michael Malone, Guy Martell, Ralph Palmer, Margaret Purdie, Steven Smith, and Joe Spears.

Abstract

Digges Sound separates East Digges Island from the northwestern tip of the Ungava Peninsula, Quebec. It has been famous for its huge colonies of Thick-billed Murres since the time of Henry Hudson. The birds and their eggs have been harvested by native peoples for hundreds, perhaps thousands, of years. During our work from 1979 to 1982 we estimated a population of 300 000 breeding pairs of murres on the cliffs flanking the sound.

Smaller numbers of other marine birds also breed there. Black Guillemots are most numerous around the Nuvuk Islands and associated small islets. We estimated about 1000 pairs of Guillemots in the area. Three species of gulls breed, although the Herring Gull is confined to the area south and west of the sound. Iceland Gulls, estimated at 350 pairs scattered in eight colonies, do not occur otherwise south of Hudson Strait. Most of the approximately 180 pairs of Glaucous Gulls breed in close association with the murres.

There is a small colony of a few dozen Atlantic Puffins on Dome Island, to the south of West Digges Island. The nearest known breeding locality is in Labrador. A few Razorbills, seen occasionally near the murre colonies, also breed. The species does not occur otherwise west of the mouth of Hudson Strait.

The murres take a wide variety of marine life, including small fish, of which the most important are arctic cod, snailfish, sandlance and capelin, and invertebrates, particularly amphipod and mysid crustacea. The chicks are fed almost entirely on fish. In comparison with Thick-billed Murres in the high arctic, those breeding at Digges Sound take a wider variety of prey species.

On East Digges Island, where we conducted most of our work, about 62% of breeding murres succeeded in rearing a chick each year. Most of the losses occurred at the egg stage, the principal cause being accidental dislodgement. During the chick-rearing period losses were small. Most of those that disappeared were probably taken by Glaucous and Iceland Gulls. Small numbers of adult murres were taken by Gyrfalcons, which nested on the colony in two years, Peregrine Falcons, and red foxes. Ravens took several thousand eggs, but the effect of these losses was probably negligible in relation to the total size of the colony. The several thousand eggs and adults removed annually by local people likewise probably have little effect on the population. However, unnecessary disturbance at the colony while eggs and chicks are present causes many losses and may have a more serious impact.

Aerial surveys carried out in July and August in northeastern Hudson Bay and western Hudson Strait showed that murres from the Digges Sound colonies often travelled over 100 km to feed. The most frequently used feeding area during most of 1981 and 1982 was to the southwest of Digges Sound, between Mansel Island and the mainland. Murres were also seen feeding in large numbers off the Nuvuk Islands, almost exclusively in water more than 40 m deep. In contrast, Black Guillemots fed mostly in shallower water, taking benthic fish, particularly blennies, which did not form an important element in the murres' diet.

The Thick-billed Murres on Digges Island laid very large eggs in comparison with those recorded elsewhere. In spite of this the chicks grew very slowly and were much lighter when they left the colony than those measured at Prince Leopold Island, in the high arctic. We found consistent differences in the sizes of eggs laid and the growth rates of the chicks between different parts of the colony. The poor growth of the chicks was presumably related to low rates of feeding by the parents, and this probably resulted from the very long distances that the adults travelled to find food.

Despite the very large concentration of Thick-billed Murres at Digges Sound and throughout Hudson Strait, the seabird community of the area has few species compared with that of Lancaster Sound, lacking Northern Fulmars and Black-legged Kittiwakes. With a greater diversity of potential prey available in Hudson Strait and an apparent abundance of suitable colony sites, it is hard to construct an ecological explanation for why there are so few species of seabirds. This paradox provides a fertile field for speculation. Our inability to solve it emphasizes the exciting opportunities for research on fundamental problems of seabird ecology in the north

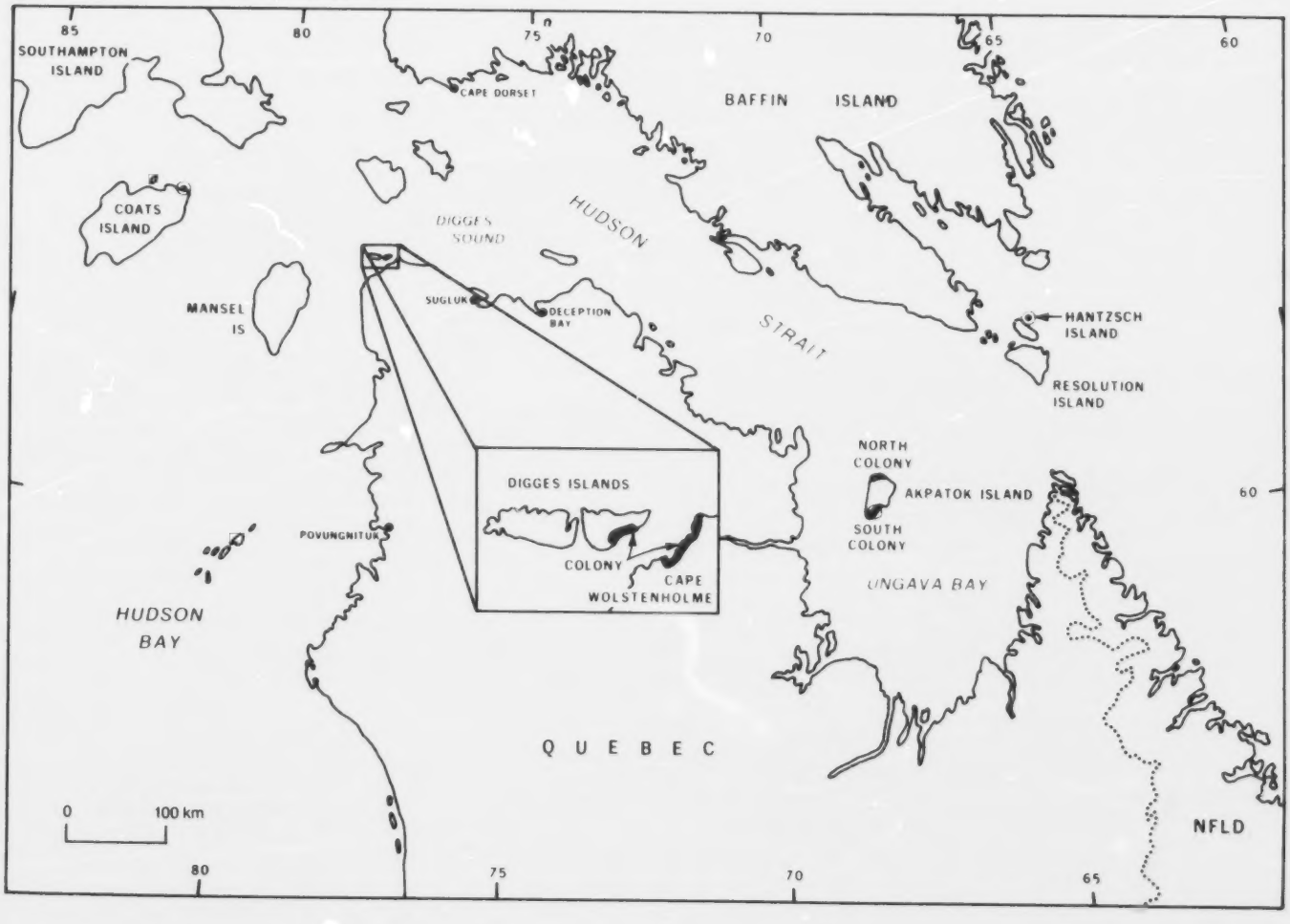
Introduction

Digges Sound, lapping at the northern tip of the Ungava Peninsula, lies at the junction of Hudson Strait and Hudson Bay (Fig. 1). It is celebrated for its huge colonies of Thick-billed Murres[1] which have attracted the attention of visitors to the area from the time of Henry Hudson (Neatby 1968). Their breeding sites line both sides of the sound, stretching unbroken along 4 km of cliffs on Digges Island and extending in slightly fragmented fashion along 8 km of the Quebec mainland south of Cape Wolstenholme (Fig. 2). Between them, they constitute the largest aggregation of Thick-billed Murres in Canada, and one of our largest concentrations of seabirds, exceeded only by the multispecies colony at Witless Bay and the gigantic assembly of Common Murres (*Uria aalge*) at Funk Island, both in Newfoundland.

The ornithology of the region is dominated by the abundance of murres, but there are other features of the area that deserve note. Digges Sound forms the southwestern limit of the breeding range of the Iceland Gull. It is the only place in Canada where this species occurs as a major scavenger on a large seabird colony.

[1]Appendix 1 gives scientific names of birds and mammals found in the study area.

Figure 1
Hudson Strait and northern Hudson Bay, showing the position of Digges Sound and other major seabird colonies.



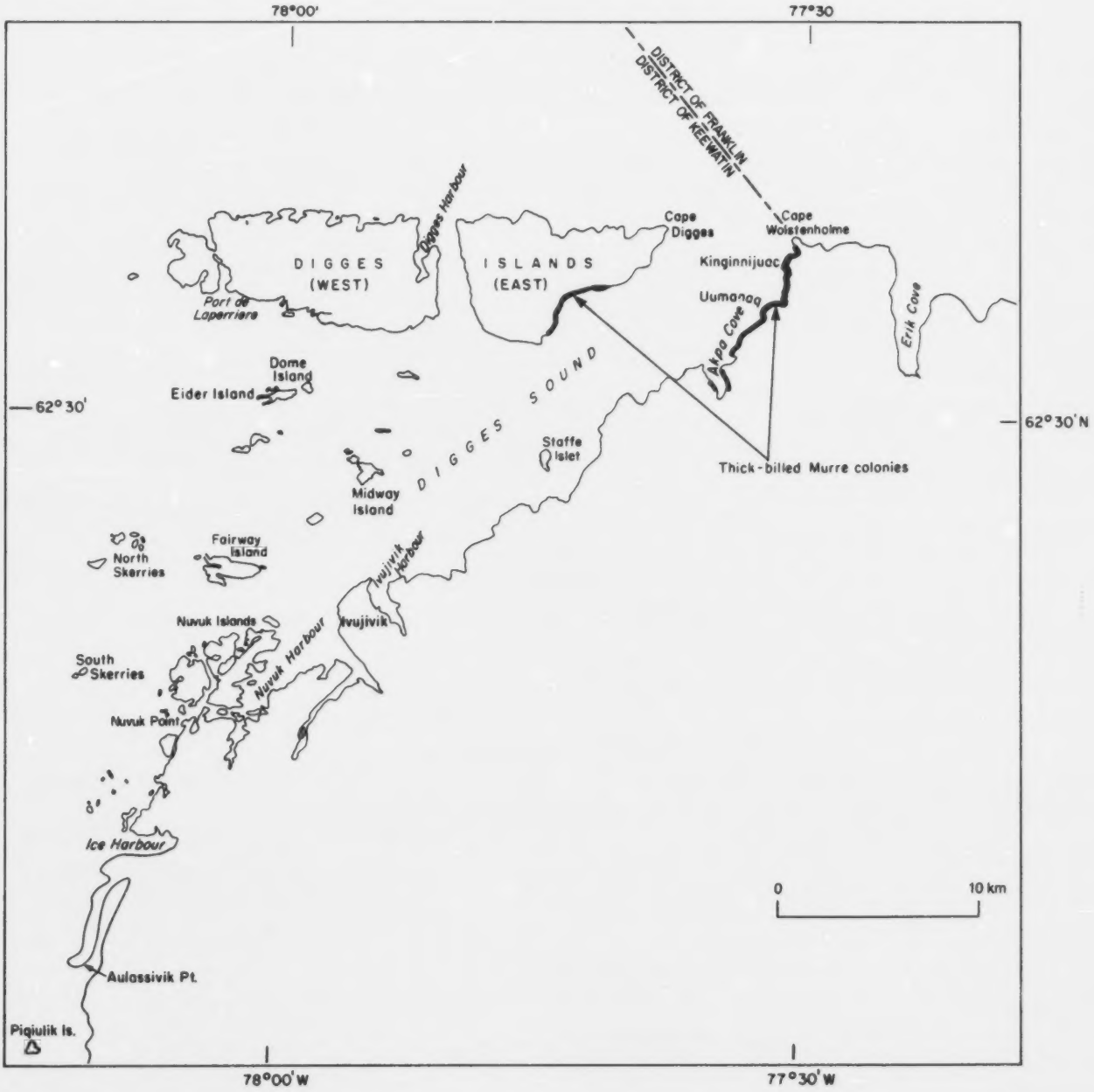
in association with the more typical Glaucous Gulls. The small breeding population of Atlantic Puffins constitutes an anomalous pocket of the species, otherwise not proved to breed in Canada north of Nain Bight, Labrador. A small number of razorbills, seen in Digges Sound in every year, although never proved to breed, also constitute an unusual outlier of a population otherwise found no further west than the Labrador coast.

We intended to study the populations and ecology of seabirds around Digges Sound. In practice, this meant concentrating on Thick-billed Murres. However, we found time to carry out research on other species, particularly those that compete with the murres for food, or that prey on the adult murres, their eggs, or chicks. The impact of the dense concentration of murres at Digges Sound on the structure of local animal communities was a constant theme of our enquiries.

Digges Sound had been visited once before by a Canadian Wildlife Service (CWS) team. In 1955 the late Leslie Tuck spent the summer there with a technician and several Inuit helpers. They performed the remarkable feat of banding 9000 Thick-billed Murres, including 3000 adults: on one day they banded 3000 murres on Digges Island. Understandably, banding took up much of Tuck's time and his notes on other aspects of the bird-life were fairly sparse (Tuck 1955), although they allow for some interesting comparisons. There have been many other visits by ornithologists, but none seem to have remained more than a few days.

In 1979 we made a pilot survey, visiting both sides of Digges Sound and some of the adjacent islands. We considered two good camp sites close to the murre colony: one at Akpa Cove at the south end of the mainland colony, and the other at the southeast corner of

Figure 2
Map of Digges Sound and adjacent waters

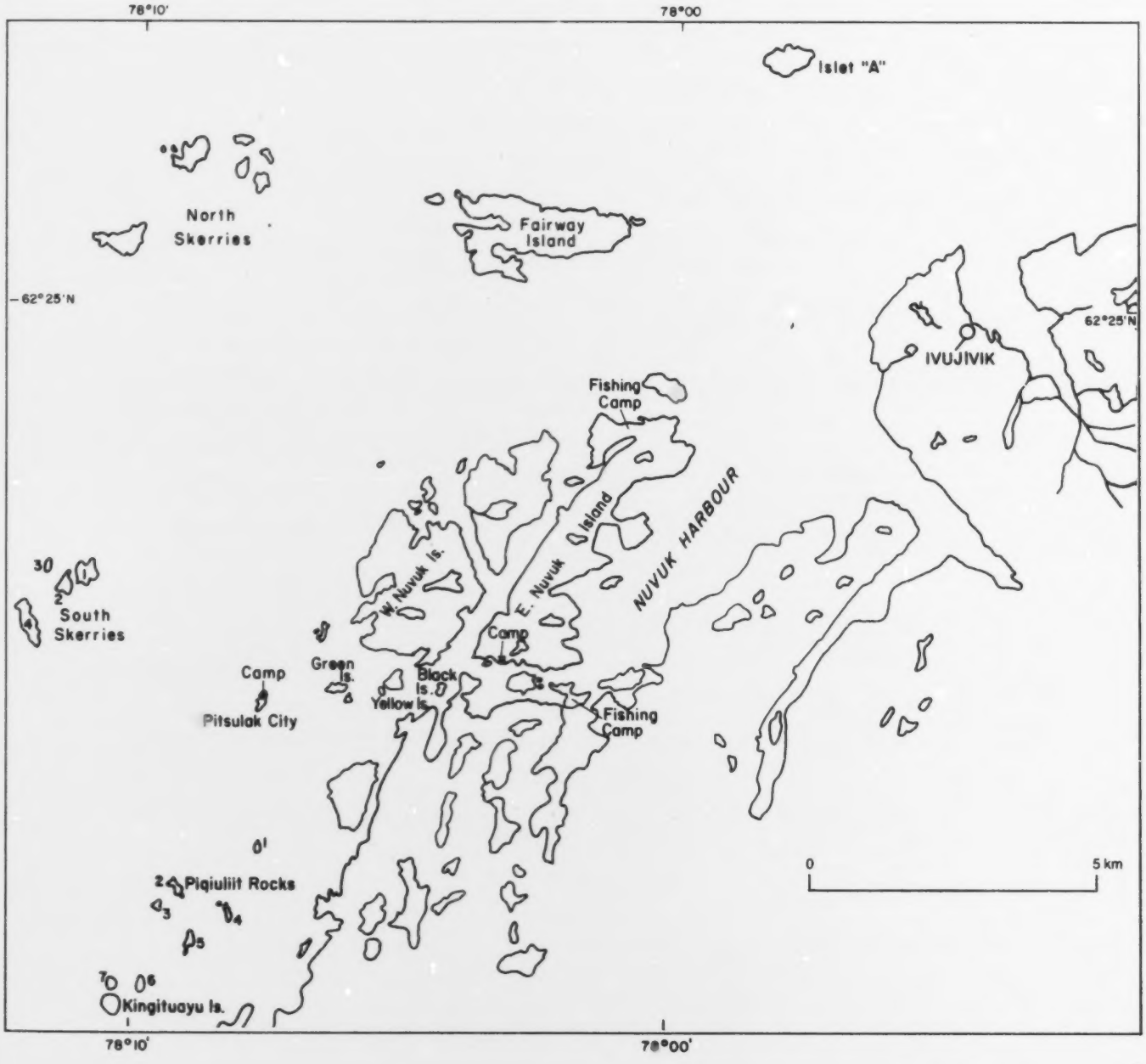


Digges Island in a small cove that we named, with regrettable lack of initiative, Camp Cove. We chose the latter for the main camp site during 1980–82 because the cliffs on East Digges Island were more suitable for observation than those on the mainland.

In 1981 a second camp was established to study Black Guillemots at the south end of East Nuvuk Island (Fig. 3). In August a fly-camp was placed on Pitsulak City, an islet 1.7 km southwest of West Nuvuk Island. In 1982 the main camp in this area was transferred to Pitsulak City and the camp on Nuvuk Island was used by John Green and assistants from Memorial University, Newfoundland, who were studying benthic fish. A similar arrangement existed in 1983, when no camp was active on Digges Island.

A large proportion of our time in all years was spent in making repetitive observations of selected study sites close to our main camps. Consequently, observations away from these camps were sporadic and concentrated in the latter half of the season when weather and ice conditions permitted us to travel easily by boat. Thus, our information on the biology of the Digges Sound area is selective. It does, nevertheless, represent a more thorough study of bird populations and their ecology than had been attempted previously for any equivalent area of Hudson Strait. We have therefore attempted to summarize our observations to link together the diverse aspects of ecology that we were able to study and demonstrate the interdependence of the many terrestrial and marine organisms that coexist at Digges Sound during summer.

Figure 3
Map of the Nuvuk Islands and surroundings



S. Smith

The ecology of Digges Sound

1. Physical environment

1.1. Topography

The topography of the area is dominated by a gradual decline in elevation as we proceed south and west from the area immediately inland of Cape Wolstenholme. From Deception Bay westwards the south coast of Hudson Strait is precipitous and riven by deep narrow fjords. The cliffs culminate in 300 m high buttresses, which form the mainland flank in Digges Sound. The hills here are the western end of the Precambrian mountain chain that forms the backbone of the northern Ungava Peninsula. Southward and westward from Digges Sound proper, the land becomes gradually lower so that south of Ivujivik there is only modest relief.

East Digges Island is largely a plateau with an elevation of 200–300 m, sloping down to the west. The same trend continues on West Digges Island, so the western end is low lying with modest hills rising to less than 100 m. Both Digges Islands are sprinkled with lakes, we named some that we passed every day (Fig. 4). Most are deep, with steeply sloping shores and little in the way of marshes around them. This probably accounts for the paucity of breeding shorebirds.

Between the Digges Islands and Ice Harbour there is a liberal scattering of islands, mostly low lying and rocky (Fig. 2). We visited practically all of these during our studies. The largest, close inshore to the south of Ivujivik, are the Nuvuk Islands. Adjacent to this group are numerous small islets and reefs, in-

Figure 4
Map of East Digges Island

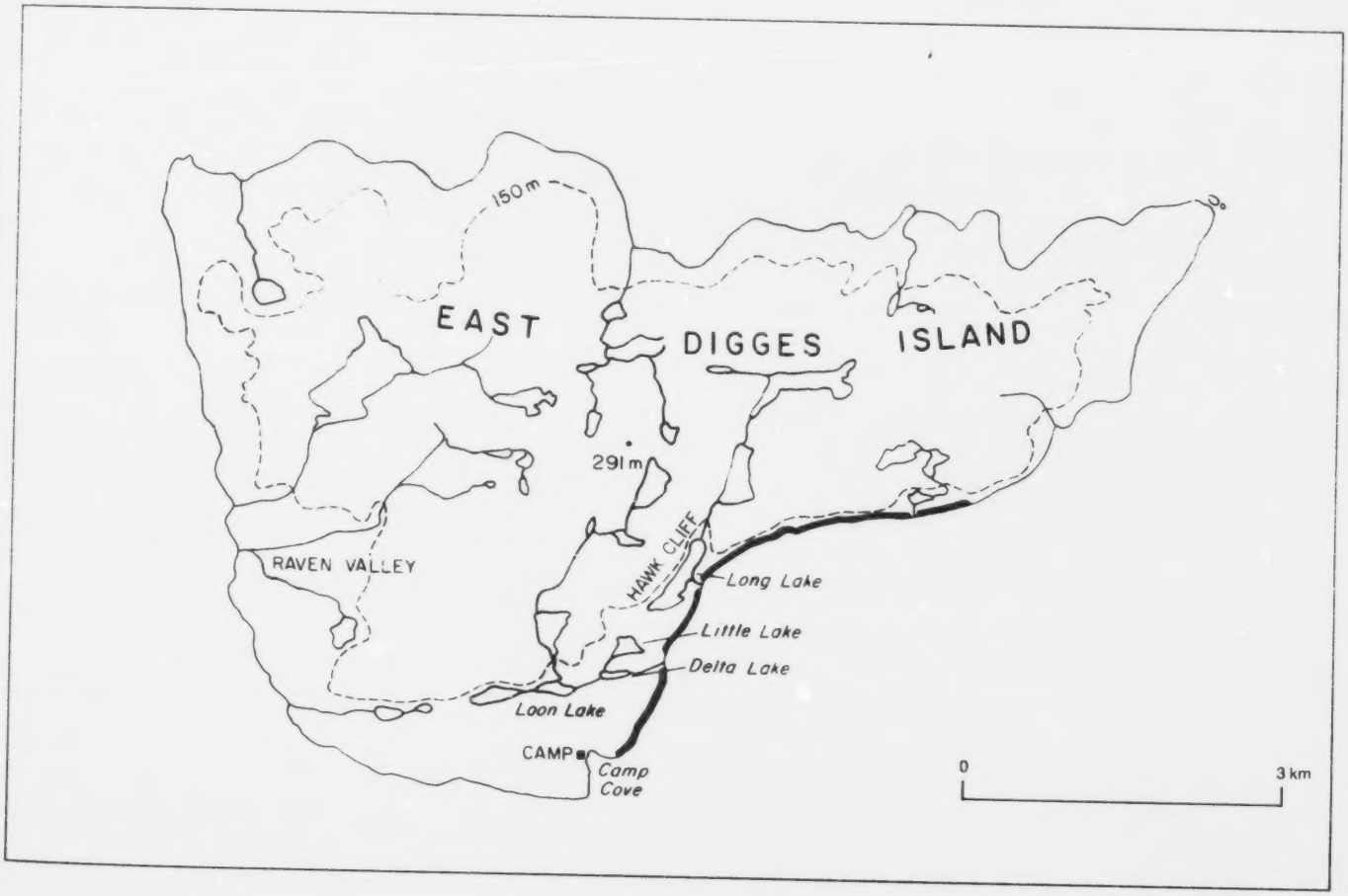
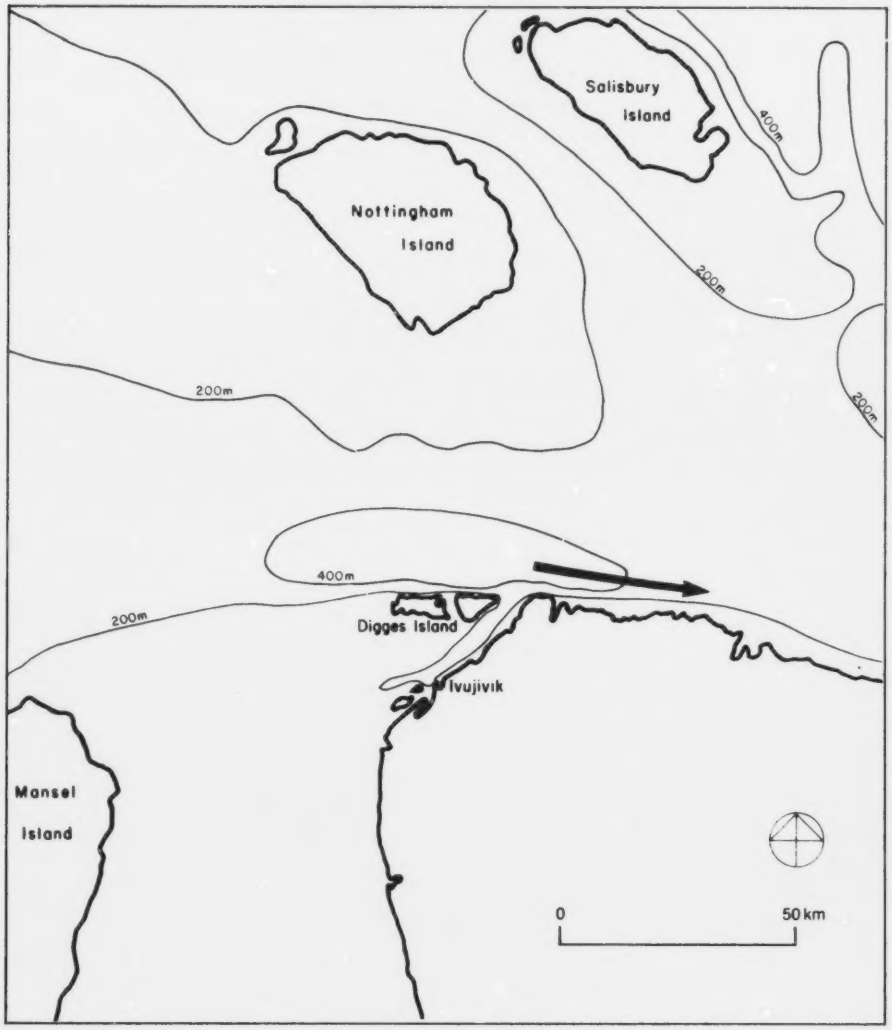


Figure 5
Bathymetry of northeast Hudson Bay and western Hudson Strait



cluding several that support sizable populations of Black Guillemots. Fairway Island, immediately to the west of Ivujivik, is next in size with a diverse topography and some low cliffs on the south side.

The Nuvuk Islands are separated from the mainland by a deep inlet, Nuvuk Harbour, running south from Ivujivik Point. At the south end, this inlet funnels down to a narrow strait dividing the south end of east Nuvuk Island from the mainland. The narrowest point of this channel is only 200 m across and the waters are shallow enough in places for kelp beds, which cover much of the bottom, to float close to the surface at low tide.

Four other islands require special mention. Staffe Islet, at the south end of Digges Sound, and only 1.5 km from the mainland, has a steep cliff about 100 m high on the west side that supports a large colony of Iceland (Kumlien's) Gulls. Dome Island, south of West Digges Island, possesses a distinctive, dome-shaped hill bounded by a cliff on the north side. Despite its northerly aspect, this is clothed in a dense turf of mosses and other vegetation and supports a small colony of Atlantic Puffins. To the west of Dome Island, Eider Island is larger and rather flat, with several small ponds used by Red-throated Loons. It supports a moderate vegetation. Piqiulik Island, on the southern margin of our survey area, differs from the other islands visited in being mainly sandy. It supports a colony of Arctic Terns.

Although much of the coast south of Ivujivik is low lying the shorelines are mainly rocky. Sandy beaches are restricted to a few coves such as Fort de Laperrière on West Digges Island and a shallow inlet on East Nuvuk Island. Otherwise, where beaches occur, they are mainly composed of pebbles or boulders. The mean tidal range is 2 m (Anon. 1982).

1.2. Oceanography

Hudson Strait forms a trough varying in depth from 300 to 500 m in the centre, and is divided into two channels at its western end by the Salisbury and Nottingham Island group (Fig. 5). The southern branch is deepest immediately north of the Digges Islands, where a basin-shaped depression descends to 500 m. A narrow tongue of deep water extends southwest from this basin through Digges Sound, cutting across the archipelago of islands off Ivujivik and passing south of Fairway Island, and north of the South Skerries.

Dunbar (1951, 1958, 1972) considers the waters of Hudson Strait to be of a low arctic type, on the grounds that Atlantic water from the West Greenland Current intermingles with arctic water from the Labrador Current in the area south of Davis Strait. It penetrates Hudson Strait with the generally westward movement of surface waters along the northern side of the strait.

Dunbar considers the waters of Hudson Bay to be essentially high arctic, but with relatively warm surface waters in summer and little vertical mixing. However, Solomonsen (1972) and Brown *et al.* (1975) classify Hudson Bay as low arctic, the division between low and high arctic being drawn through Foxe Strait, 200 km northwest of Digges Sound. Barber (1968) contrasts the active mixing of waters in Hudson Strait, through the effects of fierce tidal currents, with the comparatively unmixed waters of Hudson Bay which exhibit strong stratification of temperature, salinity, and dissolved oxygen.

Most of Hudson Bay has traditionally been regarded as a biological desert (Huntsman 1954). The lack of upwelling reduces the cycling of mineral nutrients and hence inhibits the growth of phytoplankton. Surface concentrations of chlorophyll in the centre of the bay are similar to those recorded in barren tropical oceans and are much lower that those typical of temperate shelf waters (Anderson and Roff 1980, Grainger 1982). This is not the case east of Coats Island and north of Mansel Island where biological productivity is much higher (Bursa 1961, 1968). In this area there is a general net outflow of Hudson Bay waters into Hudson Strait, causing a steep gradient in August surface temperatures from 7°C just southwest of Digges Sound to 3°C southeast of Nottingham Island (Dunbar 1958). Although current patterns around Digges Sound are dominated by tidal effects the general outflow from Hudson Bay results in a permanent eastward current along the south side of Hudson Strait to the east of Cape Wolstenholme (Anon. 1979).

Because sampling of physical and biological oceanography has been conducted on a fairly coarse scale, and because Digges Sound is close to both the high arctic/low arctic and Hudson Bay/Hudson Strait boundaries it is hard to generalize about the oceanographic

characteristics of the waters surrounding the sound and its islands. It seems best to regard them as low arctic with more affinity to Hudson Strait than Hudson Bay. The abrupt changes in water depth associated with the deep water troughs and the powerful tidal currents that move in and out of Hudson Bay probably cause large-scale upwelling and mixing of waters, and this may help to increase local productivity.

Marine productivity around Digges Sound is enhanced to an unknown, but perhaps significant, degree by benthic algae. Dense thickets of kelp, with fronds 3–4 m long, cover much of the bottom to a depth of 10 m. Below this depth the large *Laminaria* becomes patchy, but the smaller *Agarum* grows in scattered clumps.

1.3. Ice

The offshore waters of Hudson Bay and Hudson Strait are completely covered by mobile pack-ice from January to April (Larnder 1968). Land-fast ice forms a fringe around the coast and normally surrounds the Digges Islands and their associated archipelago. Local people frequently travel to the islands by snowmobile during the winter.

Heavy pack in Hudson Strait and northeast Hudson Bay begins to break up in April, usually clearing first in the area of the persistent shore-lead off Cape Dorset. By May there are large patches of open water adjacent to shore-leads in Hudson Strait and along the east coast of Hudson Bay (Fig. 6*a*): the land-fast ice begins to break up in Digges Sound and, according to people in Ivujivik, murres also begin to appear on open-water. In 1982 land-fast ice had already broken up in Digges Sound on 16 April but no murres were observed on that date.

Ice conditions in the second half of June, when Thick-billed Murres at Digges Sound begin to lay eggs, appear to be similar from year to year. Substantial areas of heavy

Figure 6
Ice conditions around Digges Sound (*a*) in May 1982, (*b*) in mid-June 1980, (*c*) in mid-June 1981, (*d*) in mid-June 1982

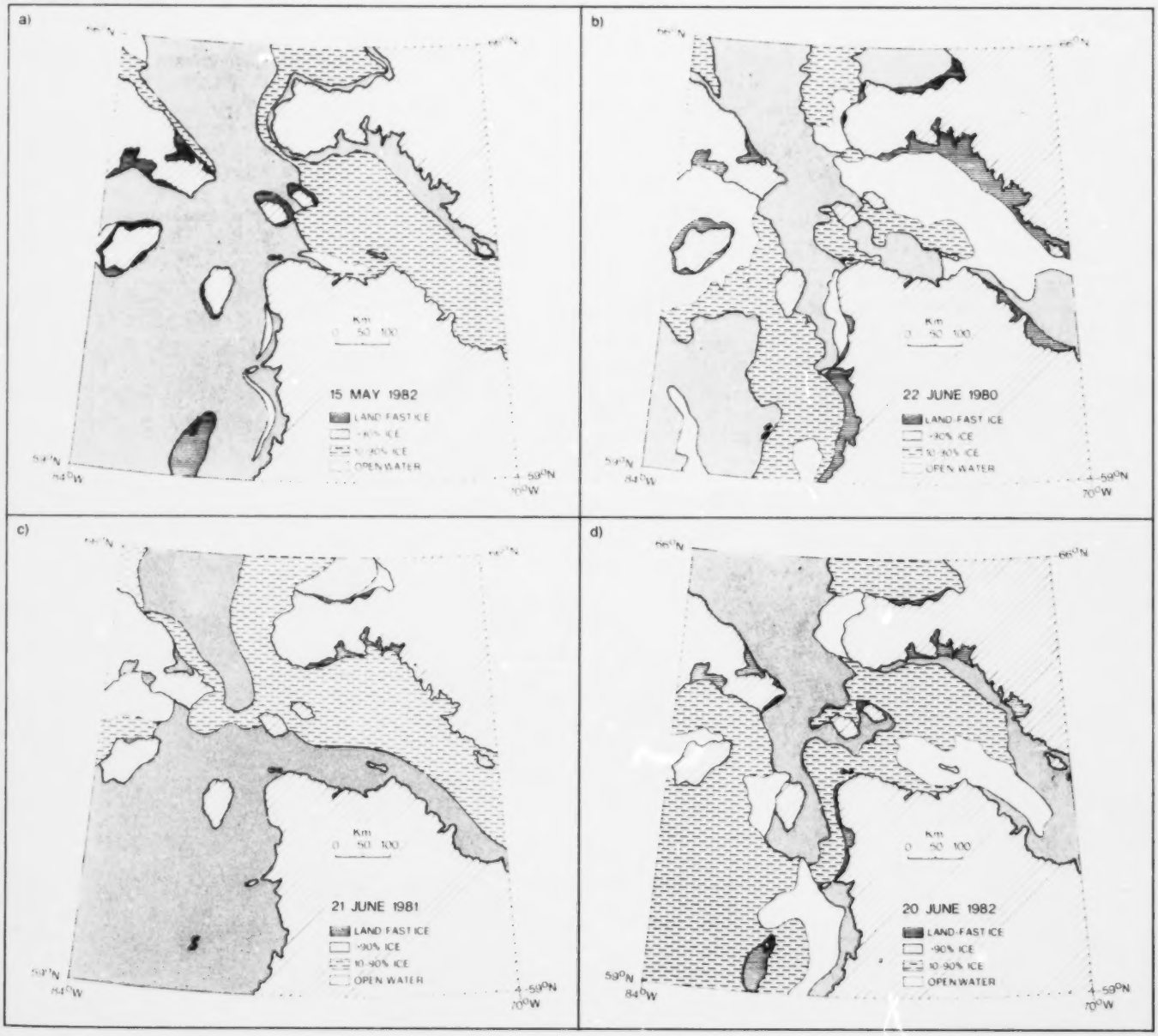


Figure 7
Position of Thick-billed Murre study plots and gull observation points on East Digges Island. Plots C, G, and H are in the area between B and S1

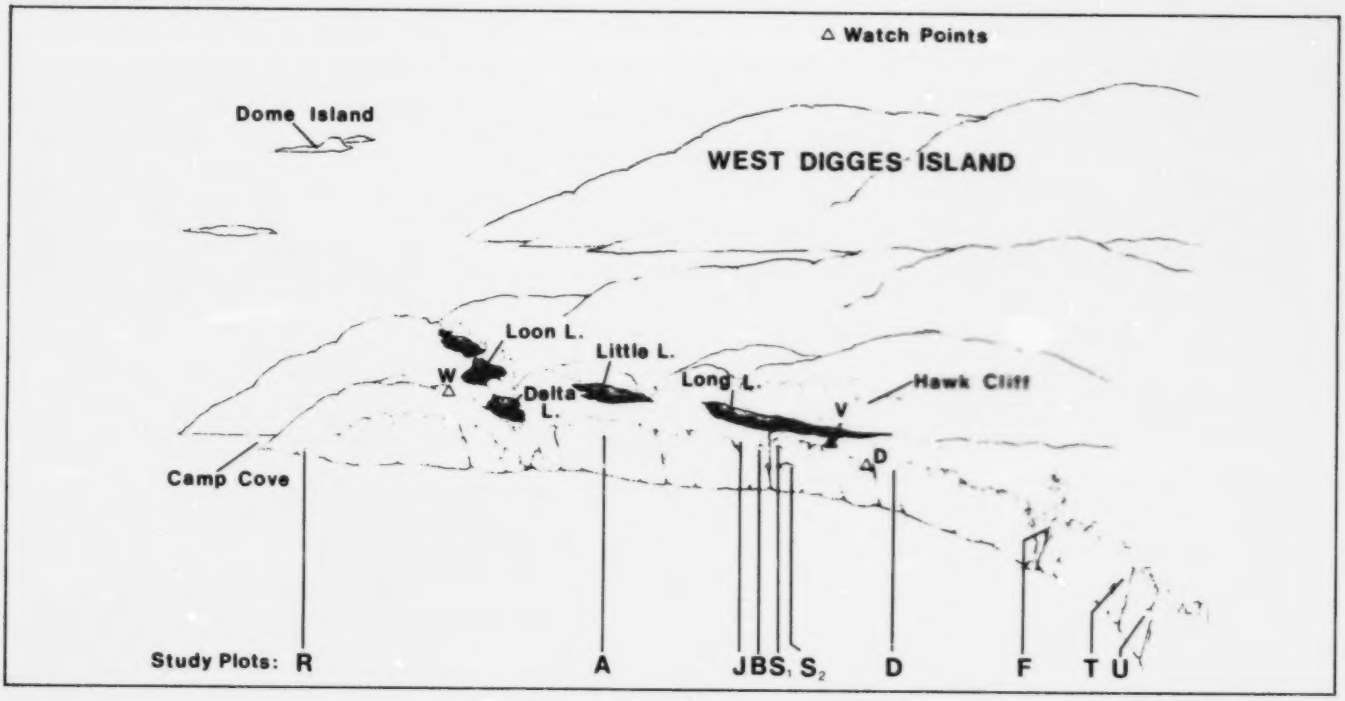
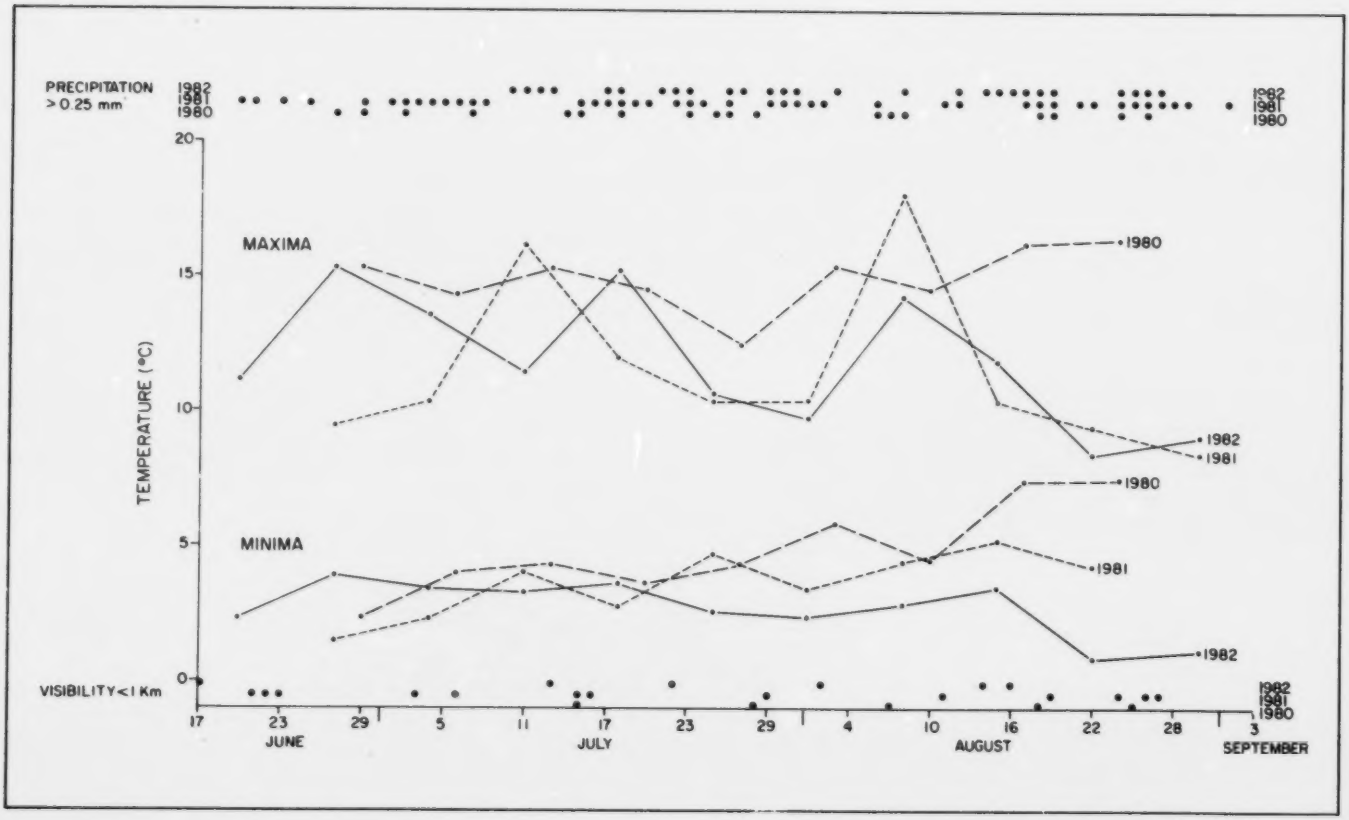


Figure 8
Weather recorded at Digges Island during summers 1980, 1981, and 1982



ice cover are present throughout Hudson Bay and Hudson Strait, but smaller areas of open water also occur, particularly in Hudson Strait. (Fig. 6*b,c,d*). In 1980 and 1981 ice pans continued to be common in Digges Sound until the second half of July. In 1982 little ice was seen after the first week of July and boating was possible from late June. Fresh ice does not begin to form in Hudson Strait until October, by which time most of the migrant seabirds have departed.

1.4. Climate

The Hudson Bay region has the distinction of being the coldest area on earth for its latitude and the place where the northern limit of tree growth and the southern limit of permafrost at sea level reach their most southerly point in North America (Anon. 1974). Digges Sound falls within the Hudson Strait climatic region (Maxwell 1981) which is typified by small annual temperature ranges and a high incidence of fog, compared with other areas of the Canadian eastern Arctic. The climate of Digges Sound is probably as clement as that of any major Thick-billed Murre colony. Most of those further north experience much lower summer temperatures. On some days in July and August when maximum temperatures reached 20°C incubating birds on East Digges Island situated in the sun appeared distinctly uncomfortable, panting heavily and spreading their wings.

Table 1
Weather data from Nottingham Island for 1930–70 (from Anon. 1979). Figures for Digges Island during 1980–82 are given in brackets

Month	Mean temp., °C		Extreme temp., °C		Precipitation			Mean wind speed (km·h⁻¹)
	Max.	Min.	Max.	Min.	Monthly total, mm	Days with rain or snow*	Days with fog†	
May	–1.2	–7.3	8.3	–22.2	16.5	11	2	19.0
June	4.3	–1.2	18.3	–12.2	21.6	8	7	17.1
July	9.7	2.2	22.8	–3.9	31.2	9 (14)	9 (3)	16.2 (15.2)
August	9.2	2.3	20.6	–5.6	35.8	10 (12)	11 (4)	16.2 (17.9)
September	3.9	–0.9	19.4	–10.6	37.1	10	6	19.0

*>0.25 mm.
†Visibility <0.8 km.

The nearest weather station for which a long series of records is available is Nottingham Island where observations were made from 1930 to 1970. Table 1 gives weather data for May to September from this station (from Anon. 1979).

We kept weather records at Digges Island throughout our stay. Temperature (daily maximum and minimum), precipitation, and barometric pressure were measured at Camp Cove, but wind speed and direction, cloud cover, and visibility were recorded at the highest point along the colony cliffs, between plots D and F (Fig. 7). All observations were made between 18:00 and 19:00 EST. Seven-day means for maximum and minimum temperature and the occurence of fog and rain are shown in Figure 8.

The warmest and driest year was 1980, with mean maxima above 12°C throughout the season and mean minima exceeding 7°C in mid-August. By contrast, 1982, after a warm dry June, was the coldest and wettest year with minimum temperatures never rising above 4°C and falling to only 1°C in late August. The foggiest year, 1981, was still much less foggy that the average for Nottingham Island, perhaps because observations were made in late afternoon, by which time fog present early in the day had sometimes cleared away.

Digges Sound in early July 1980; East Digges Island in the foreground, Cape Wolstenholme beyond

B. Lyon

Uumanaq cliff, with Cape Wolstenholme beyond, in 1955, photographed by the late L.M. Tuck

The same cliff in 1981. Note that the distribution of 'whitewash' (murre-droppings, best compared on the upper part of the cliff) appears very similar in both pictures. Apparently little change had occurred in the location of breeding ledges over the intervening 26 years

M. Purdy

2. People

The only permanent settlement in the area is Ivujivik, a community consisting of about 30 Inuk families, and comprising about 200 people altogether. The economy of Ivujivik, like that of most Inuk settlements in the region, depends partly on traditional pursuits (hunting, fishing, trapping), partly on carving (mainly in soapstone), and partly on the apportionment of various provincially or federally sponsored jobs in the community. Hunting and fishing provide a large proportion of the food eaten, at least in summer, the mainstays being arctic char (*Salvelinus alpinus*), which are netted intensively in July and August, beluga whales, which are available mainly in June and seals, mainly ringed seals which are hunted in spring on the ice and in summer from boats.

During summer many people move out of Ivujivik to temporary camps for hunting and fishing. Particularly favoured sites are Erik Cove, mainly for hunting seals and beluga in June and July; Ice Harbour and several sites around Nuvuk Harbour for arctic char fishing; and a site near the north end of East Nuvuk Island, used for whale hunting and fishing. Although people visited Digges Island periodically to harvest murres there was no sign that a camp had been established near the colony in recent years.

Harvesting of seabirds is a traditional part of the local economy. Habakuk Prickett, Sir Dudley Digges' representative on Hudson's expedition, landed on Digges Island in 1610 and his description makes it clear that he visited the area where we situated our blinds:

> . . . we went along by the side of a great pond of water [Long Lake], which lieth under the east side of this hill [Hawk Cliff]: and there runneth out of it a stream of water as much as would drive an overshot mill; which falleth downe from a high cliffe into the sea on the south side. In this place great store of fowle breed. . . . (Prickett [1611] in Asher [1860])

Further on Prickett describes stone buildings, probably in the area above Delta Lake, which he found, ". . . full of fowles hanged by their neckes." He makes no comment about the builders but we can assume that they were the local Inuit. When Prickett returned the following summer with the rest of the mutineers who had abandoned Hudson, they found Inuit camped on Digges Island. Lured into their camp by promises of caribou meat, four of the Europeans were killed.

The seabird colonies made a deep impression on Hudson's men for as soon as spring thaw had released them from the ice of James Bay they made directly for Digges Sound without any attempt to find other food sources along the way. In 1615 William Baffin, passing the

island, again noted Inuit in residence (Markham 1881).

We found the remains of at least four of the stone buildings described by Prickett: two above Delta Lake and another two, and perhaps more, in the steep valley leading from Camp Cove to the top of the island. They seem to have been about 2 m in diameter and, from Prickett's description ("like grass cockes"), presumably dome-shaped. Such buildings have been used by Inuit elsewhere for the same purpose. In northwest Greenland, Freuchen and Salomonsen (1958) mention that stone buildings were used for caching Dovekies which were further preserved by sewing them inside sealskins. However, the technique described by Prickett sounds more like the practice of the former sea-fowlers of St. Kilda in the Outer Hebrides, who used similar stone chambers ("cletts") to dry fish and birds (Fisher 1952).

The catching technique that Prickett mentions the Inuit using, a running noose on the end of a long pole, also shows remarkable convergence with similar techniques used on St. Kilda and in the Faeroe Islands. The technique is no longer used by modern residents of Ivujivik who make no attempt to store birds on the island. They could shed no light on the people who made the stone buildings.

More evidence of the importance of the murres to Inuit in the past came from excavations near our camp. Everywhere we dug over an area of many tens of square metres we found a layer of bones and bone fragments beneath the turf, in many places resting directly on the bedrock. Most of the identifiable remains were leg and wing bones of adult murres, stained heavily by pigment leaching from the surrounding peat and very fragile. Most of the long bones were intact, suggesting that the people concerned did not have dogs with them.

It is hard to imagine that any people living in the vicinity of Digges Sound would have failed to exploit the seabird colony. Archaeological investigations at Ivujivik and the Nuvuk Islands have revealed evidence that the area was occupied by successive cultures, beginning with pre-Dorset peoples about 500 B.C. (Taylor 1960, 1962, 1968). We can probably assume that exploitation of the birds goes back at least that far.

During the past few years the removal of eggs from the colony has been on a modest scale. In some years the presence of mobile pack in Digges Sound prevents boats from Ivujivik from reaching the colony until eggs are well set. When the water is open at laying, however, four or five visits are usually made to East Digges Island by organized teams which use buckets and ropes to lower the eggs down to waiting boats. Several hundred eggs are removed at each visit and the total for the season may be 2000–3000 eggs. The mainland cliffs are less favoured because the climbing is more difficult, but some eggs are also taken there. Egging sites are those easily accessible from the water and certain areas are harvested each year. Despite this the birds continue to use the same sites.

Throughout the season, when boating is possible, people visit the colony to shoot adult murres. Most come from Ivujivik, but boats from Sugluk and Povungnituk also stop off while passing along the coast. The majority of these visits are brief, with only a dozen or two birds killed for immediate consumption. A few are more serious ventures, with up to 300 birds taken to put in store. Moderate numbers are also shot away from the colony, particularly near Ivujivik, usually for immediate consumption.

The total number of adult birds killed probably does not exceed 2000 in a normal year. The direct effects of such a kill are unlikely to have a serious impact on the murre population. However, when shooting is carried out close to the cliffs, particularly if shotguns or .303 rifles are used, tens of thousands of birds fly off the cliffs in panic, dislodging eggs and chicks. Repeated shooting, particularly when chicks are well developed and prone to fledge prematurely, probably causes considerable losses. Chicks that fledge prematurely almost certainly perish and many thousands may be lost in this way. In 1982 many "tourists" from as far as Cape Dorset visited the colony during a festival held in Ivujivik and disturbance at Digges Island was severe.

3. Terrestrial environment

3.1. Vegetation

Digges Sound is 500 km north of the northernmost limit of tree growth. Added to this, the elevation of the country inland from Ivujivik and the cooling influence of proximity to the icy waters of Hudson Bay combine to restrict the vegetation to truly arctic plants. In a few sheltered, south-facing spots on the mainland a low mat of willows forms the closest thing to a forest that the area can provide.

On flat ground, where soil has accumulated, a turf of grasses (holy grass, blue grass), sedges, and wood rushes is formed, sometimes associated with arctic willow. On drier areas dwarf shrubs such as bearberry, bilberry, and arctic white heather occur and in exposed places the purple saxifrage.

We made collections of whatever vascular plants we encountered. Most were obtained on East Digges Island where we found 102 out of the 109 species that we recorded (App. 2). The vegetation of the island is strongly influenced by the presence of the murre colony. Areas immediately inland of the cliffs are clothed in a dense turf of lichens, mosses, and grasses, often growing on steep slopes that would not, under any other circumstances, allow the development of soil. In some areas these slopes are treacherous to walk on because the thick carpet of wet moss slides easily on the underlying rocks and affords no secure foothold.

Along the seabird cliffs themselves broad ledges support a distinctive vegetation of coarse grasses, mountain sorrel, and scurvy grass. The vegetation at the edge of the cliffs is characterized by abundant cloudberry, cotton grass species, and the least willow. In early September people from Ivujivik visit East Digges Island specifically to collect cloudberries along the cliffs. However, a kilometre or so inland from the colony, the island is comparatively barren, supporting only lichens, *Rhacomitrium* mosses, and purple saxifrage.

At lower altitudes, particularly on south-facing slopes, vegetation is much lusher and more diverse. We investigated the vascular plants of Camp Cove thoroughly and found about 90 species, including 10 species of saxifrage and six of whitlow grass. The most distinctive flowers are large-flowered wintergreen, a large yellow daisy (*Arnica alpina*), and the showy purple heads of the broad-leaved willow-herb. Several species we recorded were at the edge of their known range, including the scurvy grasses *Draba cinerea* and *D. oblongata* and the lousewort *Pedicularis capitata* (Porsild and Cody 1980).

3.2. Herbivores

The principal vertebrate herbivores of the region are the Labrador collared lemming and the Canada Goose. Lemmings were scarce on East Digges Island in 1980. Although large quantities of droppings and numerous runways and winter nests were exposed as the snow melted in June, hardly any animals were seen, suggesting that the population had crashed just prior to our arrival. In 1981 lemmings were seen regularly throughout the season, and in 1982 they were seen almost daily along the tops of the seabird cliffs and it was not uncommon to see two or three in a morning.

In 1980 there was much evidence of lemmings gnawing willow bark during the previous winter, perhaps an indication that food was in short supply. This must severely reduce the growth of willows when lemming populations are high and may be a factor restricting the growth of shrubby willows along the seabird cliffs where lemming densities were highest and shrubby willows were practically absent (although *Salix herbacea* was common).

Canada Geese showed an opposite trend to that of lemmings. They were common breeders in the area between Camp Cove and the east end of the murre colony in 1980, but in 1981 only two broods were seen and in 1982 none. Our activities may have discouraged nesting. Several hundred geese moulted on West Digges Island every year and their grazing clearly had some impact on grass growing around the lakes where they were concentrated. Similar numbers also grazed on well vegetated areas of the Nuvuk Islands and the adjacent mainland during spring migration in June.

Earlier visitors to the Digges Islands reported caribou. Prickett saw 16 on his visit in 1610, but we found no evidence of them on the islands except for one old set of antlers. People from Ivujivik normally have to travel far inland to hunt them now, although a small herd appeared on Cape Wolstenholme a few years ago (A. Mangiuk, pers. comm.). We found the remains of a single arctic hare on East Digges Island but the species is apparently uncommon in the area.

3.3. Carnivores

Both the red and arctic foxes occurred on East Digges Island. In 1981 and 1982 a red fox den was situated in Camp Cove, containing at least six kits in 1981 and three in 1982. In both years the vixen shifted her den to the top of the island soon after our arrival.

Prey remains at the den included adult murres, breeders judging from their condition, and lemmings. On the cliffs we saw foxes take murre eggs and found evidence of predation on murre chicks. In some cases dozens of chicks were killed and the headless corpses left scattered on the ledges. This was observed only in 1980, when no den was located.

We only found evidence of arctic fox on East Digges Island in 1982 in the form of the carcass of an animal which had probably died the previous winter. The species is common inland of Ivujivik and trapped in large numbers in some winters.

Avian carnivores included Northern Ravens, Rough-legged Hawks, Gyrfalcons and Peregrine Falcons. Although no nests were found on East Digges Island in 1980 ravens were very numerous; we saw up to 16 in one day along the murre cliffs. We also saw large numbers along the mainland cliffs south of Cape Wolstenholme. Two pairs of ravens bred on East Digges Island in 1981. In 1982 the same sites were occupied together with a third, definitely not used in 1981. In 1982 a pair of ravens was present on East Digges Island when we landed briefly on 16 April. Ravens were important predators of murre eggs and chicks. Analysis of pellets showed that lemmings and Snow Buntings were also taken. Ravens never showed any interest in scavenging around our camp, although they flew over almost daily.

Rough-legged Hawks were abundant in 1980, when we located seven nests: five on East Digges Island, one on West Digges Island, and one on Fairway Island. Only one nest was attempted in 1981 and this was soon abandoned, whereas in 1982 there were two nests on East and one on West Digges Island. It appears that the lemming crash in 1980 drove the hawks away. In that year only four nests produced young, rearing broods of one, two, three, and three. Three of these were on East Digges Island where murres appeared to be an important prey, as were Snow Bunting. At the other successful nest, on Fairway Island, prey remains were mainly of lemmings; the lemming population there may have been out of phase with that on East Digges Island.

Mother and cub red fox dispute possession of a Thick-billed Murre carcass, East Digges Island, June 1982

Gyrfalcons nested on East Digges Island in 1980 and 1982 at the same site, near the centre of the murre colony, producing one and three young, respectively. They may also have attempted to breed in 1981 but were unsuccessful in rearing young. Their prey appeared to consist entirely of murres and we saw several captures. In each case the capture looked effortless: the falcon sailed through the throng of birds circling the cliffs and made a casual swerve to seize a passing bird which was then carried, flapping, to the cliff-top where it was rapidly subdued. Probably, the Gyrfalcons took mostly non-breeders, which spend much time flying to and fro along the cliffs throughout the season (Gaston and Nettleship 1981). Breeders generally flew directly to their breeding site on arrival and then departed rapidly to the sea.

We saw little panic among the murres when a falcon appeared. The only time a mass departure accompanied the appearance of a predator occurred when a Rough-legged Hawk attempted to take a murre from the cliff. With the daily appearance of Gyrfalcons, the murres apparently became habituated to the presence of predators.

Another Gyrfalcon nest was located in 1981 near Nuvuk Harbour, with three young, which were fledged by 1 August. The chick at East Digges Island in 1980 was not seen out of the nest until 11 August, but in 1982 two young had fledged by 23 July, suggesting that laying had taken place in early May (Cade and Digby 1982).

We saw Peregrine Falcons regularly on East Digges Island, where they hunted the murres, but we had no evidence of nesting on the island. In 1981 two nests were located elsewhere in the area, each with two young. Three young were reared at one of these sites in 1982. Prey remains that we examined included Water Pipit, Semipalmated Plover, and Black Guillemot.

3.4. Small birds

We found only three species of small passerines nesting in the Digges Sound area: Horned Lark, Water Pipit, and Snow Bunting. We found only one nest of Horned Lark, on West Digges Island, but the other two species were common. Evidence from laying dates that we recorded helped us to compare the timing of events in the terrestrial season at Digges Sound with those elsewhere in the Artic.

On East Digges Island we found 33 Snow Bunting nests during 1980–82. Most were inaccessible, in deep crevices on cliffs or among boulders, so we could get information on timing of laying for only 25. To calculate most first egg dates we assumed that incubation lasted 12 days and eggs were laid at daily intervals (Hussell 1972). Mean clutch size was 4.64 ($\pm$0.51 SD) eggs (N = 11). The Snow Bunting population was extremely dense along the top of the colony cliffs, with a minimum of 14 pairs, and probably two or three more, having nests in an area of 1.8 km^2 between Camp Cove and study plot F in 1980. Densities away from the colony were much lower than this and the difference probably reflects the much greater development of vegetation in the vicinity of the colony and a consequently greater abundance of insect life.

The earliest Snow Bunting eggs were laid on 15 June and half of the clutches were initiated by 22 June (Fig. 9). This is later than any example recorded by Hussell (1972) except for that from Devon Island, 14° further north. The comparative lateness of breeding at Digges Sound may reflect the effect of the surrounding ice-covered waters in lowering the temperature.

The 19 nests of Water Pipits that we found were more readily observed than those of Snow Buntings and we could estimate dates of laying for 16, based on an incubation period, observed for two nests, of 14 days. Mean clutch size was 5.44 $\pm$ 0.62 (N = 18).

Water Pipits began laying on 19 June and half of the clutches had been started by 25 June. The spread of laying dates was 17 days for Snow Buntings and 15 days for Water Pipits. A full list of bird species recorded in the

Digges Sound area, with brief notes on those not otherwise mentioned in the text, is given in Appendix 1.

4. Marine biology

4.1. Plankton

We made no attempt to sample plankton systematically and most of our observations relate to larger zooplankton that figured in the diet of murres, guillemots, and gulls. Like most areas with winter ice cover, the waters around Digges Sound probably develop a rapid bloom of phytoplankton, mainly diatoms (Bursa 1968) as soon as ice break-up occurs (Grainger 1979). This presumably feeds a corresponding surge of zooplankton production which probably peaks in July and August.

Gazing down into the clear waters of Digges Sound in June or July one could always see large comb jellies, arrow worms, copepod crustacea, and pteropod molluses. In August surface swarms of the marine worms *Nereis pelagica* occurred and large jellyfish were often visible. None of these organisms figured prominently in the diets of any of the seabirds, although we found traces of them all. Instead the zooplankton most frequently found in the stomachs of murres that we collected were amphipod (*Gammarus*, *Apherusa*, *Onismus*, and particularly *Parathemisto* spp.) and mysid (*Mysis*, *Boreomysis*) crustacea. In late August we found large numbers of *Parathemisto* sp. washed up on beaches around Ivujivik, but otherwise the larger crustacea were rarely seen.

Our total collection of marine invertebrates from all sources amounted to 43 species (Table 2), which is small compared to the total of 260 recorded for Hudson Bay by Grainger (1968). However, several records were of interest in representing species mainly confined to Atlantic waters, according to Dunbar (1964) and Dunbar and Moore (1980), including *Mysis mixta*, *Boreomysis nobilis*, and *Argis dentata*.

Figure 9
Laying dates of first eggs for Snow Buntings and Water Pipits at Digges Island in 1980–82

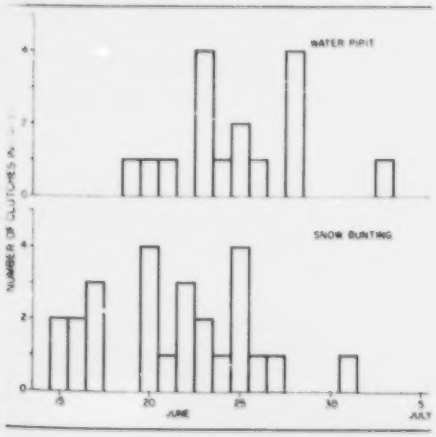


Table 2
Marine invertebrates collected in the Digges Sound area

	Source of specimen		
	Adult murre stomach	Adult guillemot stomach	Other
Class Crustacea			
Order Amphipoda			
Suborder Hyperidea			
Hyperia galba	•		
Hyperia medusarum	•		
Parathemisto libellula	•		
Parathemisto abyssorum	•		
Suborder Gammaridea			
Gammarus wilkitzkii	•		
Ampelisca macrocephala	•		
Onismus nansenii	•		
Ischyrocerus sp.	•		
Rhachotropis sp.	•		
Monoculodes sp.	•		
Pontogeneia inermis	•		
Weyprechtia pinguis	•		
Apherusa sp.	•		
Boeckosimus edwardsii	•		
Halicyonies sp.	•		
Order Mysidacea			
Boreomysis nobilis	•		
Mysis oculata	•	•	
Mysis litoralis	•		
Mysis polaris	•		
Mysis mixta		•	
Order Euphausiacea			
Thysanoessa raschii	•		
Order Decapoda			
Lebbeus polaris		•	
Eualus fabricii	•	•	
Eualus gaimardii		•	
Spirontocaris phippsii		•	
Sclerocrangon boreas	•		
Argis dentata	•		
Axius serratus			unknown
Order Copepoda			
Calanus hyperboreus	•		
Metridia longa	•		
Euchaeta norvegica	•		
Xanthocalanus sp.	•		
Cyclopina sp.	•		
Order Ostracoda			
Conchoecia spp.	•		
Other invertebrates			
Order Cephalopoda			
Gonatus fabricii	•		
Order Pteropoda			
Limacina helicina	•		plankton net, arctic char
Clione limacina			plankton net
Order Pelycypoda			
Nuculana minuta	•		
Order Chaetognatha			
Sagitta spp.	•		plankton net
Order Annelida			
Nereis pelagica	•	•	fish trap
Order Ctenophora			
Beroe sp.			plankton net
Order Cnidaria			
Sarsia princeps			plankton net
Aglantha digitale			plankton net

4.2. Fish

We set gill nets and minnow-traps for fish in 1981, mainly around Nuvuk Harbour, but also off the Digges Islands. In 1982 the Memorial University team collected benthic fish near the Nuvuk Islands with slurp guns and hand nets.

As in the case of the zooplankton, our catches of fish bore no relation to the diet of the seabirds. In gill nets we caught predominantly sculpin (*Myoxocephalus*, "crazy-fish" of the Inuit), and Greenland cod.[2] Neither of these species was recorded in the diet of the Thick-billed Murre, although the otoliths of small crazy-fish could have been confused with those of other small members of the same family. The search for benthic fish was more successful, yielding eight species, including all of those figuring in the diet of adult or nestling Black Guillemots.

Commercially, the only important fish in the waters around Nuvuk Islands was the arctic char. These were caught in gill nets in large numbers by people from Ivujivik from early July to late August. The adult fish descend the rivers soon after spring thaw and feed in the sea for a month or two before returning to spawn. Tuck (1955) recorded that the local people caught arctic char mainly off Digges Island. However, no one ever fished there while

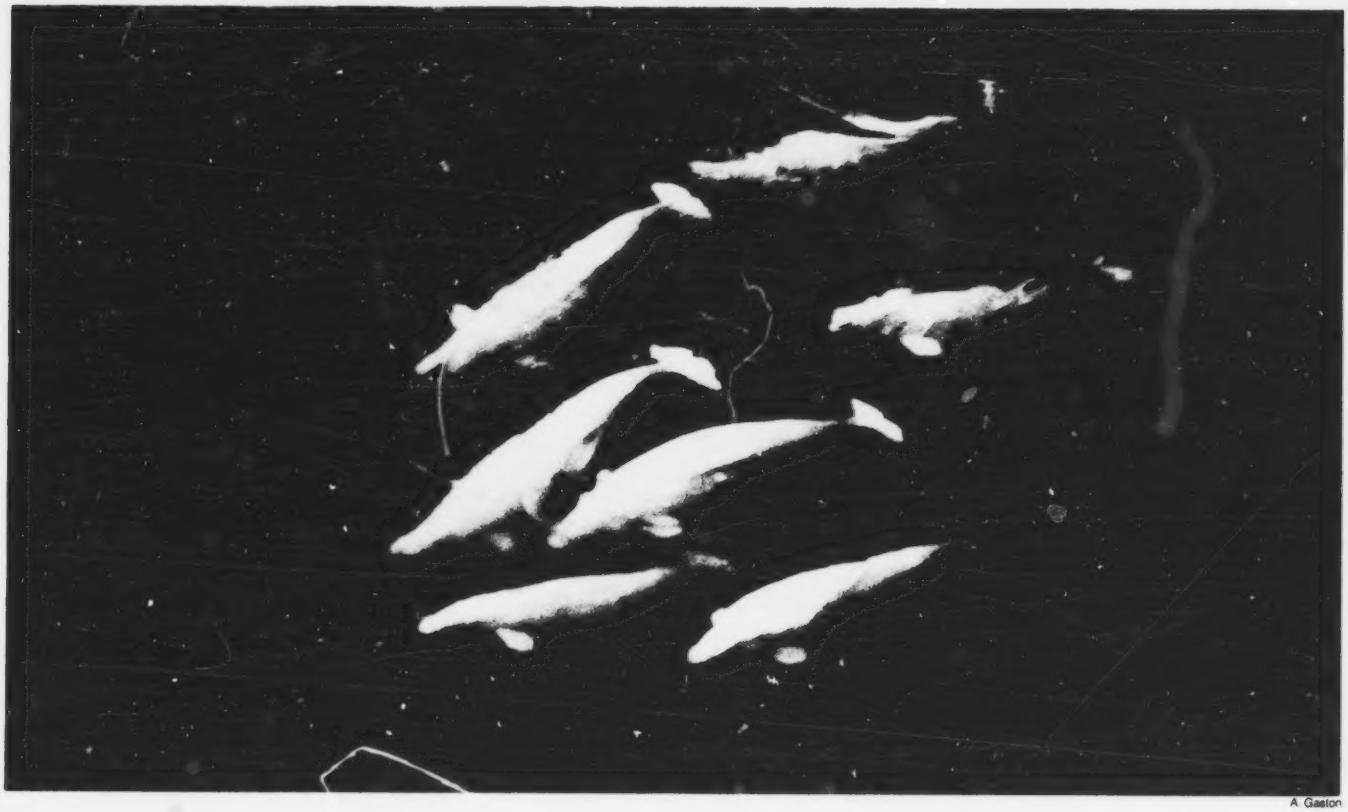
[2] Table 3 gives scientific names of fish found in the study area.

Table 3
List of marine fish identified at Digges Sound, the means by which they were taken, and their probable occurrence in the water column

Species	Source of specimens: Thick-billed Murres, Adults	Thick-billed Murres, Chicks	Black Guillemots, Adults	Black Guillemots, Chicks	Captured	Occurrence
Arctic char (*Salvelinus alpinus*)					+	Pelagic (anadromus)
Capelin (*Mallotus villosus*)	+	+				Pelagic
Arctic cod (*Boreogadus saida*)	+	+	+	+		Pelagic
Greenland cod (*Gadus ogac*)					+	Benthic
Shorthorn sculpin (*Myoxocephalus scorpius*)				+	+	Benthic
Arctic sculpin (*M. scorpioides*)				+		Benthic
Bigeye sculpin (*Triglops nybelini*)*		+			+	Benthic
Moustache sculpin (*T. murravi*)		+			+	Benthic
Ribbed sculpin (*T. pingeli*)		+				Benthic
Arctic staghorn sculpin (*Gymnocanthus tricuspis*)				+		Benthic
Daubed shanny (*Leptoclinus maculatus*)*		+				Benthic
Leatherfin lumpsucker (*Eumicrotremus derjugini*)		+				Benthic
Atlantic spiny lumpsucker (*E. spinosus*)		+				Benthic
Snailfish (*Liparis* spp.)						Pelagic
Four-lined snake blenny (*Eumesogrammus praecisus*)			+	+	+	Benthic
Arctic shanny (*Stichaeus punctatus*)			+			Benthic
Stout eelblenny (*Anisarchus medius*)			+			Benthic
Slender eelblenny (*Lumpenus fabricii*)			+			Benthic
Banded gunnel (*Pholis fasciata*)			+			Benthic
Fish doctor (*Gymnelus viridis*)		+				Benthic
Northern sandlance (*Ammodytes dubius*)		+				(Pelagic)
Stout sandlance (*A. hexapterus*)		+				(Pelagic)
Greenland halibut (*Rheinhardtius hippoglossoides*)*		+				Benthic

*Species not recorded for Hudson Bay, according to Hunter (1968).

Beluga below the cliffs on East Digges Island, June 1982



A. Gaston

we were camped on the island and we were told that there were no char in Digges Sound, although we found a few small land-locked specimens in Loon Lake and Long Lake on East Digges Island.

Arctic char, in the sea, feed on a similar size range of prey to the murres and there is some overlap in diet. We examined the contents of several char stomachs and found that they contained crustacea (mainly amphipods) and pteropod molluscs, particularly *Limacina*. Local people mentioned that *Limacina* is the main food of the char during the latter half of the season and they claim that the flesh of fish that have been feeding on *Limacina* has a distinctive flavour that they consider inferior to that of fish caught early in the season. Our observations supported the idea that *Limacina* is the main food of the char in August.

Our final list of fish from the Digges Sound area amounted to 22 species (Table 3), most of which are well-known from Ungava Bay and Hudson Strait, although three — bigeye sculpin, Daubed Shanny and Greenland halibut — were not listed by Hunter (1968) among the marine fish of Hudson Bay. The assemblage contains a number of low arctic species, such as capelin and sandlance, both schooling pelagic species, as well as species more typical of high arctic waters such as arctic cod, and ribbed and moustache sculpins. The list is much more extensive than that of six species compiled from roughly the same sources (food remains and stomach contents of Thick-billed Murres, Black Guillemots, and other seabirds) at Prince Leopold Island, Barrow Strait, in truly high arctic waters (Gaston and Nettleship 1981 and unpubl.).

4.3. Marine mammals

The seabirds share their position at the top of the marine food chain with certain marine mammals: the toothed whales and the seals. Remarkably, the largest animal found in the area, the bowhead whale, occupies a lower rank in the food chain because it is a filter feeder depending on pelagic zooplankton, particularly copepods, rather than fish (Lowry and Burns 1980, Watson 1981).

The bowhead, in the late 19th century the centre of a thriving whaling industry in northern Hudson Bay, is now rare despite the fact that commercial whaling ended in 1915 (Mitchell and Reeves 1982). Moderate numbers, and probably a significant proportion of the remaining world population, winter in West Hudson Strait, north of Digges Sound (K.J. Finley, pers. comm.), but they seem to forsake this area in summer. We never saw them, and people in Ivujivik report that they are rare. In the past they may have had an important role in the marine ecology of the area.

The only whale seen in any numbers in Digges Sound was the beluga, which was frequent in June: we saw up to 71 in a day off East Digges Island. In some years hundreds winter in the mobile pack-ice of Hudson Strait (K.J. Finley, pers. comm.), and we saw about 60 between Digges Sound and Ivujivik on 16 April 1982. Few were recorded after the end of June. We saw only one narwhal, a female off East Digges Island in August 1980.

Three species of seal occurred in our area, of which the ringed seal was the most common. The bearded seal was an uncommon resident, and the harp seal was a rare visitor in July and August. Although seals were hard to identify at sea our assessment was supported by the frequency with which the three species were shot by members of the Ivujivik community. Although the harbour seal (*Phoca vitulina*) occurs around Hudson Bay (Mansfield 1968) we obtained no evidence of the species at Digges Sound.

All the seals seem to overlap with the seabirds in their food preferences. Both the ringed and harp seals take pelagic fish and zooplankton (Lowry *et al.* 1980, Ronald and Dougan 1982); the ringed seals in Hudson Strait feed particularly on arctic cod, amphipods, and mysids (McLaren 1958). Ringed Seal stomachs that we examined contained mainly amphipods with some arctic cod otoliths. A single bearded seal stomach obtained at Nuvuk Harbour contained exclusively hundreds of large shrimps (*Argis dentata*). Under most circumstances, the diet of bearded seals, which feed mainly on benthic animals, including shellfish, would overlap less with seabirds that would the diets of the other two seals (Smith 1981).

At the top of the marine food chain is the polar bear, which feeds mainly on ringed and bearded seals (Stirling and Archibald 1977, Smith 1980). We had only three records of bears during our stay and, although they must be more common in winter, no more than 5–10 are shot each year by Ivujivik hunters. It seems that polar bears do not exert a strong influence on the ecology of Digges Sound.

The seabirds

1. Populations and colonies

1.1. Eiders

Common Eiders bred on most of the small islands south and west of Digges Sound. Populations were censused by nest count in the Nuvuk Islands and adjacent areas. Elsewhere populations were estimated from visual impressions of abundance of nests and adult birds. The census effort in the Nuvuk area was complicated by the widespread harvest of eggs and down by local Inuit, which removed the evidence of breeding. We wanted to census all nests that would have been active in the absence of exploitation, and we thus included well defined but empty nests in the survey. Nevertheless, our figures probably underestimate the true number of eiders that attempted to breed because we did not count nests from which the eggs and down had been removed by Inuit or, in the case of down, by the wind.

Eider nests were most abundant on the South Skerries and on Mitik Island (Table 4). Elsewhere nest densities tended to be low, particularly on the large islands and on the mainland. This distribution can be most easily explained by the pattern of human exploitation. Few people visit the South Skerries because of their distance from the regular boat route between Ivujivik and Ice Harbour. Eggs are probably not collected from Mitik Island because it is located in a freshwater pond and cannot be reached without a boat portage.

Islands closer to the mainland may have supported larger eider populations in the past. Local Inuit told us that the eiders of the Piqiuliit Rocks have been much reduced, and indeed the name of these islands ("the place to gather eggs") suggests that they have been exploited for many years. Eiders are frequently shot for food by Ivujivik Inuit, and hunting pressure along the coastal boat route probably reinforces the tendency of birds to nest on offshore islands.

King Eiders were frequently encountered in the study area, especially during early summer. No definite evidence of breeding was found, although females were seen alone occasionally. Generally, we saw groups of less than 50 birds, but in 1983 large flocks totalling several thousand birds were recorded west and southwest of the Nuvuk Islands in mid-July. Heavy snow-cover on lakes in breeding areas on Baffin Island and around Foxe Basin may have caused many birds to forgo breeding that year (F.G. Cooch pers. comm.)

Table 4
Estimated numbers of Common Eiders breeding in the Digges Sound area, between Cape Wolstenholme and Piqiulik Island

Area	Population estimate (pairs)	Minimum–maximum
Nuvuk Islands and vicinity		
Pitsulak City, Green, Yellow, and Black Islands	40	30–55
West Nuvuk Island: mainland	40	25–60
Mitik Island	55	45–65
East Nuvuk Island	20	8–50
Kingatuayu Is. and Piqiuliit Rocks	27	25–31
Piqiulik Island	12	8–16
South Skerries	158	143–181
Other islands	6	4–16
Total	358	288–474
Islands south of Digges Islands		
North Skerries	20	10–50
Fairway Island	10	5–20
Eider Island	30	15–50
Midway Island	15	10–25
Staffe Islet	5	4–7
Small islands off West Digges Island	15	10–25
Total	95	54–177
Grand total	453	342–651

1.2. Gulls

Three species of large gulls — Glaucous Gull, Iceland Gull and Herring Gull — bred at Digges Sound, forming loose colonies of up to 100 pairs, the Glaucous and Iceland Gulls frequently intermixed. Some Glaucous Gulls nested solitarily. Although most of the Glaucous Gulls and all of the Iceland Gulls nested on cliff ledges, the Herring Gulls and a few Glaucous Gulls used flat nesting sites on small islands either offshore or on inland lakes (Herring Gulls only).

We explored all coasts and islands as far as Sugluk to the east and Piqiulik Island to the south to locate breeding gulls. The main concentration occurred on the east side of East Digges Island and on the opposing mainland cliffs as far south as Staffe Islet, where we found six distinct colonies and many scattered pairs of Glaucous and Iceland Gulls (Fig. 10).

Herring Gulls bred only on Pitsulak City, Piqiuliit Rocks, and on lakes inland from Nuvuk Harbour. They were seen frequently around Nuvuk Harbour, and at Port de Laperrière on West Digges Island, and sometimes encountered among the islands south and west of Dome Island. On East Digges Island they were recorded only once or twice each year and there was no evidence that Herring Gulls ever scavenged around the murre colony on either side of the sound. Nor were they seen on the coast of Hudson Strait west of Sugluk Inlet.

Because we visited many of the gull colonies only once or twice, at irregular dates, we could obtain good estimates of the number of breeding pairs in only a few cases. At one colony on Digges Island (S2 or number 5 on Fig. 10) we obtained extensive data on numbers of birds present at the colony in relation to time of day and date and we have used these data to estimate numbers of breeding pairs for colonies where we could make only a single visit (App. 3). Islands in the Nuvuk Islands area were subject to careful ground searches, but harvesting of eggs by local people and the poor breeding success of the gulls hampered our census. Our counts included nests without eggs only when the nest cup appeared recently maintained.

By combining information from all years, and assuming that populations remained stable, we calculated that our area held 170 pairs of Glaucous Gulls, of which about 70 were within 1 km of the murre colony; about 350 pairs of Iceland Gulls, with approximately 110 within 1 km of murres; and about 30 pairs of Herring Gulls (Table 5).

1.3. Arctic Tern

Arctic Terns bred at two sites near the southern border of our area. We visited low, sandy, Piqiulik Island in July 1983, but were unable to conduct a proper census because vandals had collected many tern eggs and left them

in a heap. On the basis of the nests we found and the number of heaped eggs, we estimated 45–90 breeding pairs.

The other Arctic Tern colony was located at Aulassivik Point and Aulassivik Island, both of which are low and rocky. Terns probably bred at both sites, but we did not land to confirm this. From the number of terns in attendance in the area, we estimate 15 breeding pairs. Large numbers of terns, presumably on passage, occurred around Nuvuk Islands in August each year.

1.4. Razorbill

In August 1979 we saw several Razorbills flying to and from the cliffs on the west side of Akpa Cove, among the small group of Thick-billed Murres that forms the southern edge of the mainland colony. In subsequent years we visited the same area several times but saw Razorbills only once. Elsewhere, on 25 August 1980 we saw one sitting on a site among Thick-billed Murres on East Digges Island, and again on 20 August 1981; otherwise, we had eight records, mostly on the water in Digges Sound, but including one bird flying over Pitsulak City and two birds just off Staffe Islet.

The frequency of sightings, and the fact that they were spread over all 3 years, suggest that a small number of Razorbills, perhaps half-a-dozen pairs, may breed at Digges Sound. They are hard to pick out among the huge numbers of Thick-billed Murres. However, we were unable to obtain definite evidence of breeding. The nearest known breeding sites of this species otherwise are in Nain Bight, Labrador, or west Greenland.

1.5. Thick-billed Murre

The Thick-billed Murre colonies, which form such a striking element in the biology of Digges Sound are situated on the high-

Figure 10
Position of gull colonies in the vicinity of Digges Sound

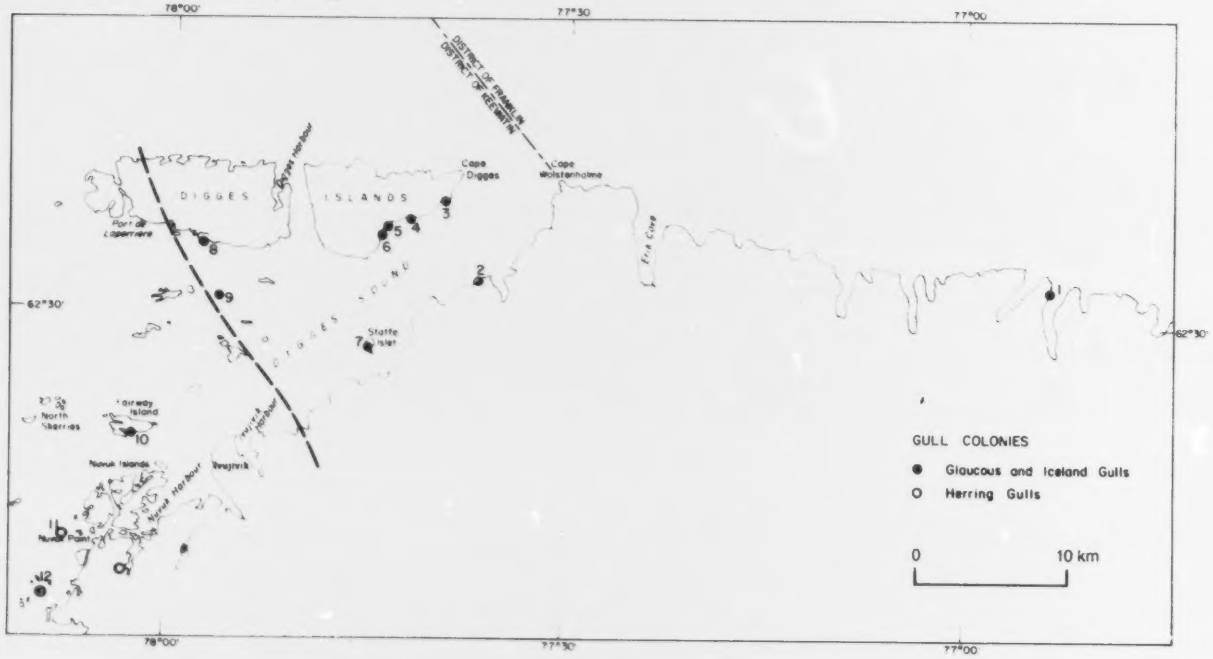
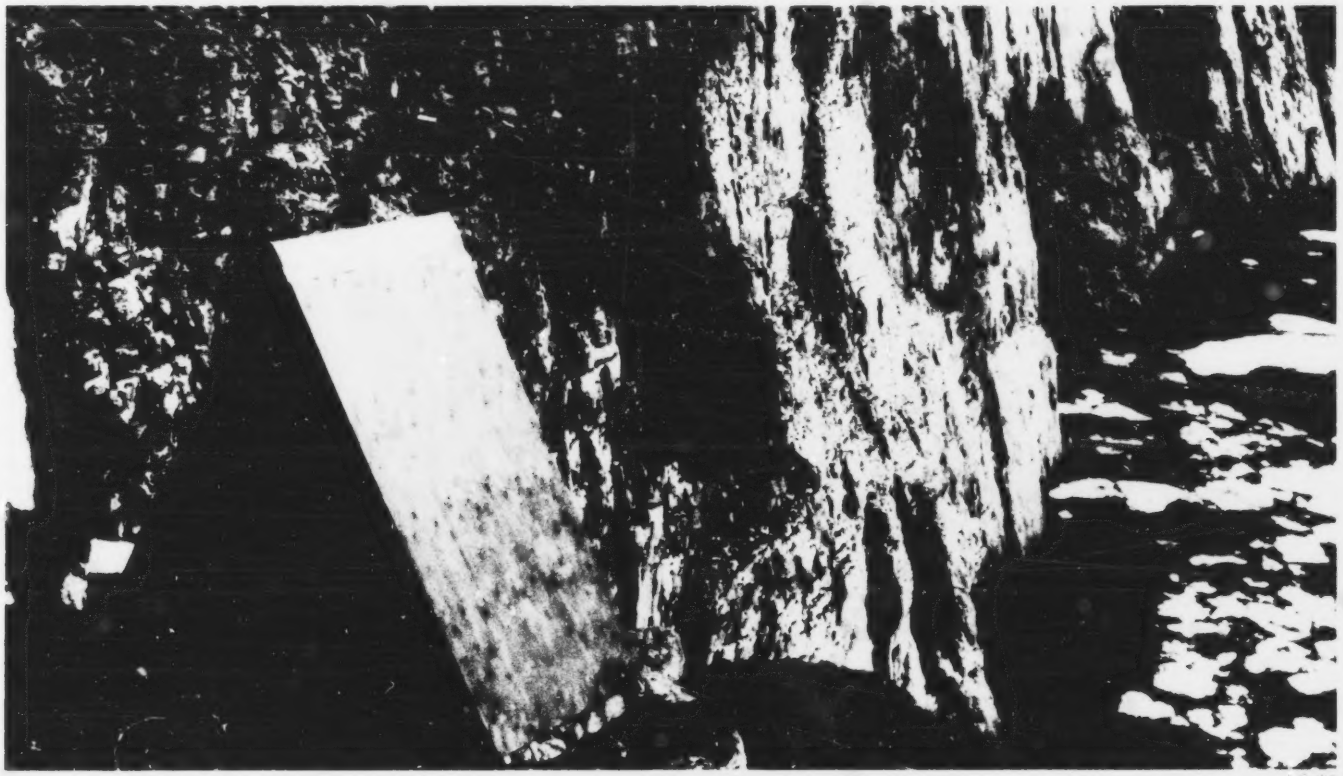


Table 5
Counts and breeding population estimates for gulls in the Digges Sound area (colony numbers refer to Fig. 10)

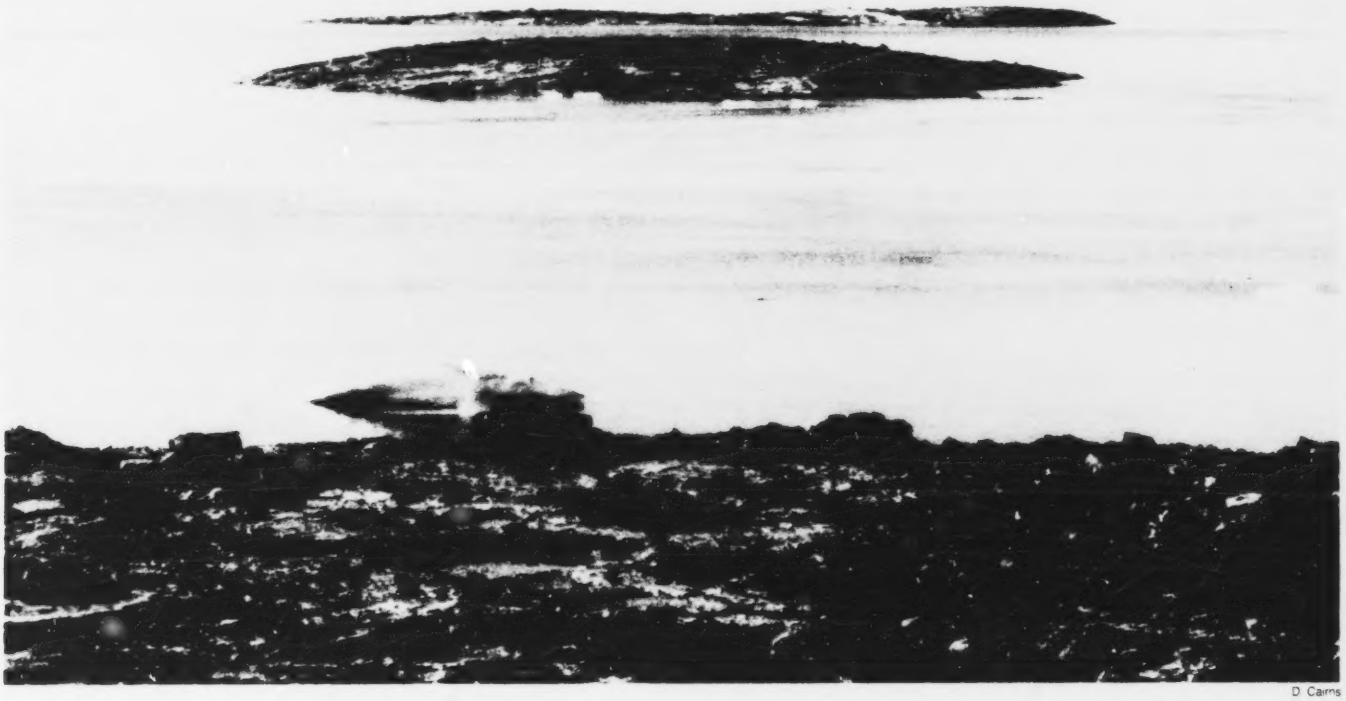
Colony	Date of best estimate	Glaucous Gull			Iceland Gull			Herring Gull		
		Count	Est. pairs	95% limits	Count	Est. pairs	95% limits	Count	Est. pairs	95% limits
1. Cap Révillon	19 July/80	10–15	7–11	5–18	105–120	78–89	56–146			
2. Akpa Cove	3 July/82	10	7	5–11	120	82	60–127			
3. E. Digges Is., Z	14 July/82		17*			10*				
4. E. Digges Is., U	14 July/82		8*			10*				
5. E. Digges Is., S2	1982		21*							
6. E. Digges Is., A	14 July/82		9*			12*				
7. Staffe Islet	3 July/82	15	10	7–16	185	126	92–196			
8. W. Digges Is.	14 July/82		2*		36	24	12–18			
9. Islet "B"	14 July/82		10–15*							
10. Fairway Island	8 Aug./80	35	28	21–44						
11. Pitsulak City	6 Aug./80								3*	
12. Piqiuliit Rocks	July/83		6*						7*	
13. Lake colony	2 Aug./80							30	24	18–34
Cape Wolstenholme — Akpa Cove (scattered pairs)			25							
Other scattered pairs			25							
Approximate totals			180			350			34	

*Estimates from counts of occupied nests.

Our blind overlooking plot S2. June 1982



Green Island and Pitsulak City (furthest away) from Yellow Island. August 1981



D. Cairns

est, steepest cliffs on the entire coast of Hudson Bay and Hudson Strait. Cliffs of similar height extend along the south shore of Hudson Strait as far east as Sugluk, but none is as precipitous as those flanking the sound. Hence, for Thick-billed Murres, the coasts of Digges Sound present an area of excellent breeding habitat not matched until we reach Akpatok Island in Ungava Bay, more than 400 km distant.

Breeding murres extend over about 12 km of cliffs on both sides of Digges Sound. They lay their eggs wherever there are suitable narrow ledges, from just above the splash zone to just below the top of the cliffs, which rise, at Uumanaq and Kinginnijuac cliffs near Cape Wolstenholme, to more than 300 m above the sea. In some places, particularly on the east side of the sound, there are areas of cliff with suitable ledges that are unoccupied. The cliffs in these areas support copious orange lichen (*Caloplaca*) and the ledges are covered in grassy turf. By contrast, on East Digges Island, there are several areas where breeding murres are encroaching on turfy ledges, so that the grass is killed and the underlying peat is rapidly being eroded. A gradual shift in the centre of gravity of the population from the mainland to the island may be in progress.

Censusing huge colonies like those at Digges Sound is difficult. Tuck (1955) estimated that three million birds were present, representing a million breeding pairs, but the method he used to arrive at these figures seems to have been very approximate. We decided to rely on counts made from enlargements of black-and-white photographs because only small parts of the colony could be viewed from the ground. Counting murres from a small boat is virtually impossible because the observer is unable to keep track of which areas have been covered; something which can only be achieved by using a telescope on a tripod firmly planted on land.

To improve the accuracy of our estimate we counted some areas directly from the cliff top and used these counts to derive a correction factor to apply to the photo counts. For the correction counts we tried to select areas that faced seawards and were thus typical of most of the occupied cliffs. To compare counts made on different dates we used conversion factors (*K*-ratios) derived from daily counts at our study plots to convert each count of individuals to the equivalent number of breeding pairs (see "The seabirds" section 3.2.1.).

For Digges Island the photographs used for the census were taken on 30 July 1980. A total of 125000 birds was counted on these, and a mean correction factor of 2.4 (SE ± 0.19) was calculated for areas counted on the ground (Nettleship and Milton, unpubl.; App. 4). The majority of areas counted from the land were near the top and hence among the hardest to count. This may have biased our estimate somewhat, so we have adopted a correction factor of 2. The *K*-ratio derived from simultaneous counts at our study plots was 0.72 and the number of breeding pairs was estimated as 125000 × 2 × 0.72 = 180000 pairs. A correction factor of 1.5 (lower than all but one of those calculated) gives a corresponding estimate of 135000 pairs, whereas a correction factor of 2.4 yields an estimate of 216000 pairs. The true figure almost certainly lies between the two extremes.

No ground counts were possible on the mainland colony so we have used the correction factor derived for Digges Island and the *K*-ratio observed for the appropriate date. The photographs counted were taken on 3 July 1982 and yielded a count of 79000 birds. Using the *K*-ratio of 0.68 and correction factor of 2 this yields an estimate of 79000 × 0.68 × 2 = 107000 breeding pairs, with minima and maxima (correction factors 1.5 or 2.4) of 81000 and 129000 breeding pairs, respectively. Hence, the best population estimate for Thick-billed Murres in the whole of Digges Sound is 287000 pairs (East Digges Island 180000, Cape Wolstenholme 107000) with real figures probably between 216000 and 345000 pairs. Considering the limitations of our methods, we prefer to round the figure off to 300000 pairs.

1.6. Black Guillemot

Black Guillemots occurred throughout the Digges Sound area, breeding on mainland cliffs and islands wherever there were rock crevices or boulder heaps that provided suitable nesting sites within 100 m of the sea. They were most numerous in the vicinity of the Nuvuk Islands.

It is difficult to estimate breeding populations of Black Guillemots from casual visits to breeding areas. Numbers of birds present on the water offshore and on the rocks near their nests fluctuate considerably with time of day, generally reaching a peak in the early hours of the morning and being lowest in mid-afternoon (Cairns 1979). Searching for nests is a time-consuming business and after the parents have ceased to brood their chicks, which happens about 5 days after hatching, nests cannot be found by flushing adults. However, when chicks are large, extensive "whitewash" often gives a clue to their presence. Many nest cups are situated out of sight down cracks running at right angles to the entrances or amidst jumbles of boulders. In some cases a single nest may have several openings.

We gathered information on Black Guillemot populations in two ways. On islands south and west of the Nuvuk Islands we made prolonged searches to get an accurate count of nests during the incubation period. At the same time, on Pitsulak City, we counted birds present on the colony and on the water nearby and compared these counts to numbers of breeding pairs (App. 5). We used the information obtained at Pitsulak City to correct counts made on single visits to other areas, although such estimates were crude because counts were generally not made in the optimal morning period. Table 6 shows the resulting population estimates, along with estimated minima and maxima.

Table 6
Estimated numbers of Black Guillemots breeding in the Digges Sound area between Cape Wolstenholme and Piqiulik Island

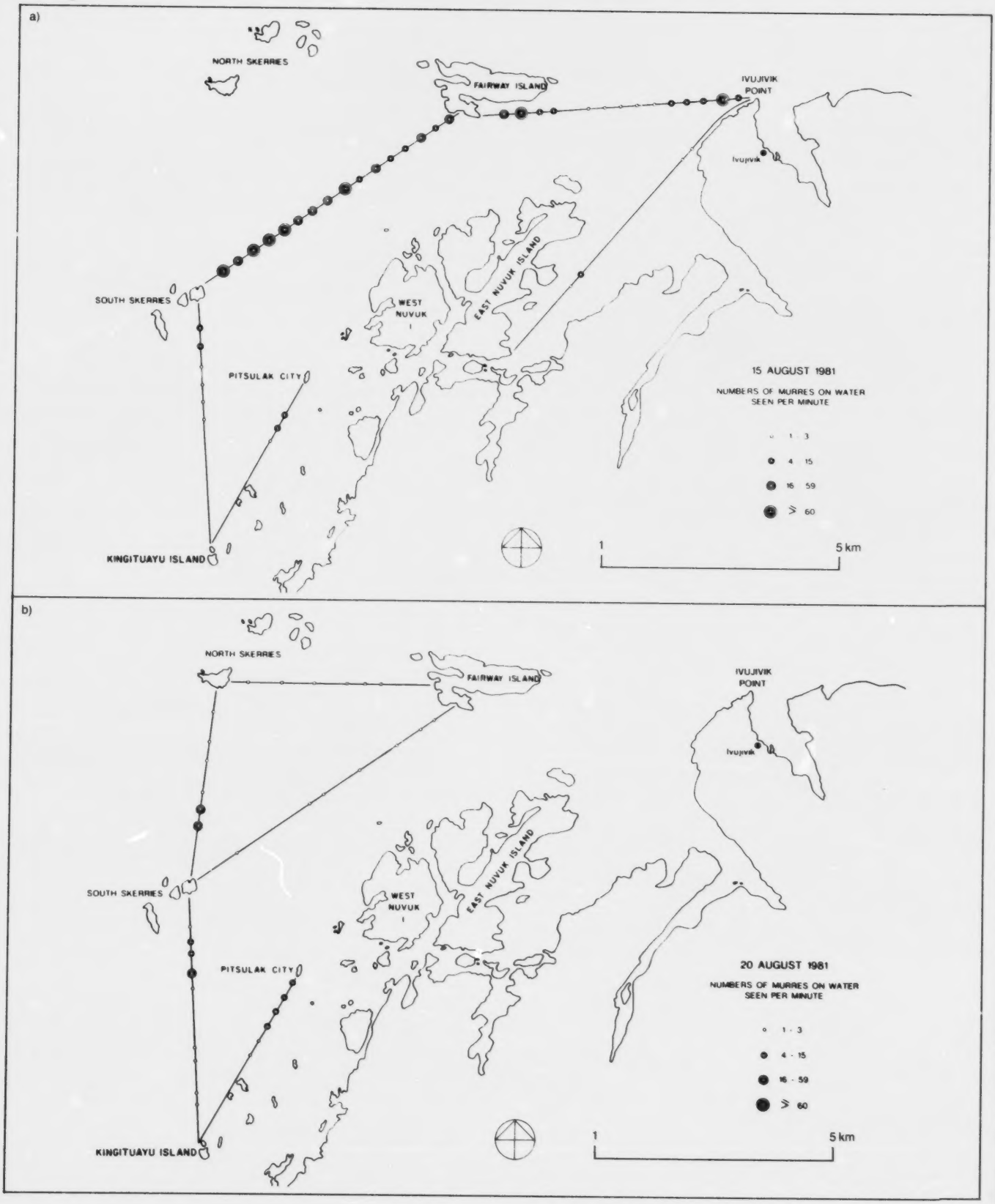
Area	Population estimate, pairs	Minimum–maximum
Nuvuk Islands		
Pitsulak City	190	185–195
Green Island	100	85–115
Yellow Island	18	16–22
Black Island	14	12–16
West Nuvuk Island	4	0–10
East Nuvuk Island	4	0–10
Piqiulit Rock 2	12	12–12
3	1	1–1
5	29	28–30
7	2	2–3
Kingitauyu Island	10	5–15
Qitik Is.	7	5–10
Mainland	5	0–10
South Skerries 1	8	7–9
2	5	4–6
4	48	40–60
Piqiulik Island	3	3–4
Total	460	405–528
Islands south of Digges Islands		
North Skerries	10	5–25
Fairway Island	20	15–50
Dome and Eider Islands	50	30–100
Unnamed (Islet "A")	15	10–25
Midway Island	15	10–30
Staffe Islet	100	50–250
Mainland, Ivujivik to Akpa Cove	20	10–50
Total	230	130–530
Digges Islands and Sound		
West Digges Island	80	30–200
East Digges Island	60	40–150
Mainland north of Akpa Cove	40	20–100
Total	180	90–450
Grand totals	870	625–1508

Guillemots were particularly numerous on Pitsulak City and Green Island, which together sheltered about one-third of the total population of the region. The abundance of guillemots in this area is probably due to the extensive areas of water less than 40 m in depth, which guillemots favour for feeding. Water to the north and east of the Nuvuk area is, for the most part, much deeper, and presumably less suitable for guillemot feeding. In the Nuvuk area, breeding habitat does not appear to be a limiting factor in guillemot reproduction, as apparently suitable but unused crevices were found on most islands.

1.7. Atlantic Puffin

The presence of puffins in Digges Sound was indicated by a single sighting recorded by McLaren (in Todd 1963) in 1960. The presence of a small colony on Dome Island was evident from the preliminary survey made by Gaston and Malone (1980), but breeding was not confirmed until 1981 when we found eggs on Dome Island and Pitsulak City. All the

Figure 11
Distribution of Thick-billed Murres seen on boat transects around Pitsulak City on (*a*) 15 August 1981, and (*b*) 20 August 1981



nests found were in natural crevices, rather than burrows, making them hard to identify.

We counted up to 45 birds on and around Dome Island, but we estimated only 12 active nests on the island in 1982. Up to 18 birds were seen on the water near Pitsulak City on occasions but no more than one active nest was located. Scattered pairs may breed on other islands, such as the North Skerries, but we obtained no definite evidence. Adami Mangiuk reported seeing 150 in October 1981 near Dome Island which strongly suggests that there are more puffins breeding in the area than we detected.

2. Distribution at sea

We collected information on the feeding areas used by seabirds from Digges Sound in several ways. At Digges Island we observed the directions taken by departing murres. At Pitsulak City we watched Black Guillemots leave their nest sites and in many cases we were able to keep them in sight until they alighted on the sea. We also conducted counts from small boats (Achilles inflatables powered by 15 hp outboard motors) in the Nuvuk Islands area while following straight courses between islands. To obtain information on the foraging range of the murres from Digges Sound we conducted several aerial surveys covering waters up to 200 km from the colony using techniques previously described by Nettleship and Gaston (1978) and McLaren (1982). All surveys were flown in a DeHavilland Twin-Otter at 50 m altitude and speeds ranging from 150 to 210 km.h^{-1} using one observer on each side of the aircraft.

2.1. Boat surveys

In 1981 and 1982 we collected information on seabird distribution between Piqiuliit Rocks, the South and North Skerries and Ivujivik.

Black Guillemot were seen in similar numbers on all surveys and were confined to shallow waters, less than 40 m deep. In contrast, the vast majority of Thick-billed Murres seen on the water, and presumably feeding, were in areas where water depths were greater than 40 m (Table 7). The distribution of murres, unlike that of guillemots, fluctuated drastically over short periods. Surveys conducted 5 days apart in August 1981 showed a considerable alteration in the numbers of murres feeding between the South Skerries and Fairway Island (Fig. 11).

During surveys carried out in 1982 we used an echo-sounder which provided a continuous trace of shoals of fish or zooplankton. The distribution of guillemots showed no correlation with the density of the sounder trace. However, in July large concentrations of feeding Thick-billed Murres were associated with a continuous trace of what was probably a dense band of zooplankton at depths down to

Table 7
Mean numbers of Black Guillemots and Thick-billed Murres recorded per minute on small-boat transects carried out around Nuvuk Islands in August 1981, in relation to water depth

	Black Guillemot		Thick-billed Murre	
Water depth, m	$\bar{x}$	SE	$\bar{x}$	SE
0–11	2.3	0.63	0.4	0.34
11–18	2.5	0.71	1.0	0.66
18–37	1.1	0.25	1.9	0.46
37–92	0.1	0.05	7.8	3.00
92–183	0	0	8.0	5.30
>183	0	0	31.5	18.40

20 m (Fig. 12). Murres shot in the same area contained large numbers of the pelagic amphipod *Parathemisto libellula*.

Marked guillemots from Pitsulak City were seen as far as 14 km from the colony. Birds catching fish for their chicks did not range as far, usually foraging within 2 km of the colony. A favourite feeding area for the birds breeding on Pitsulak City in 1982 was the shallow water surrounding the Piqiuliit Rocks, about 2–3 km from the island.

2.2. Aerial surveys

In 1980 surveys were flown in September to trace the route of adults and young Thick-billed Murres leaving Digges Sound. They showed that most young murres passed through Hudson Strait during the first half of September in 1980 (Gaston 1982*a*). Few seabirds other than Thick-billed Murres

Figure 12
Echo-sounder trace in Nuvuk Islands area, showing the position of concentrations of murres in relation to probable zooplankton swarms

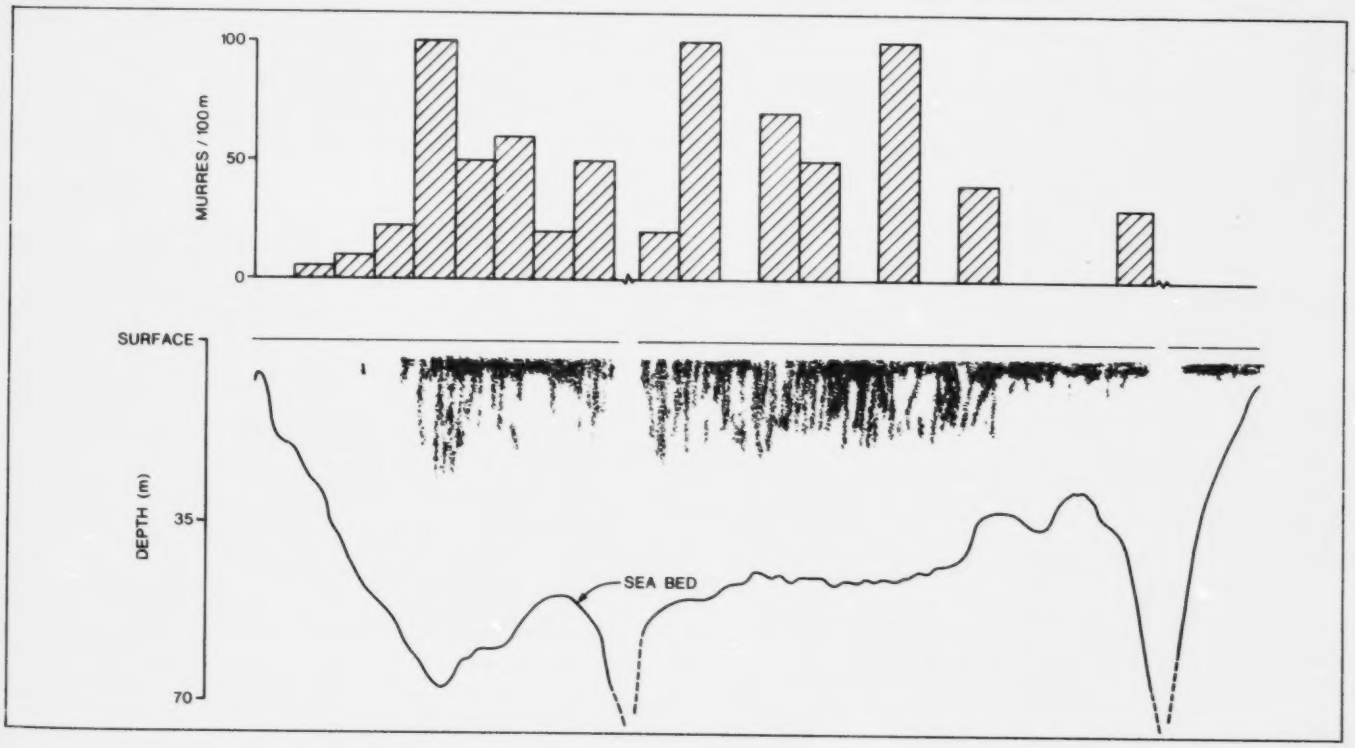


Figure 13
Flight directions and numbers of Thick-billed Murres seen on aerial surveys around Digges Sound on 9 July 1981

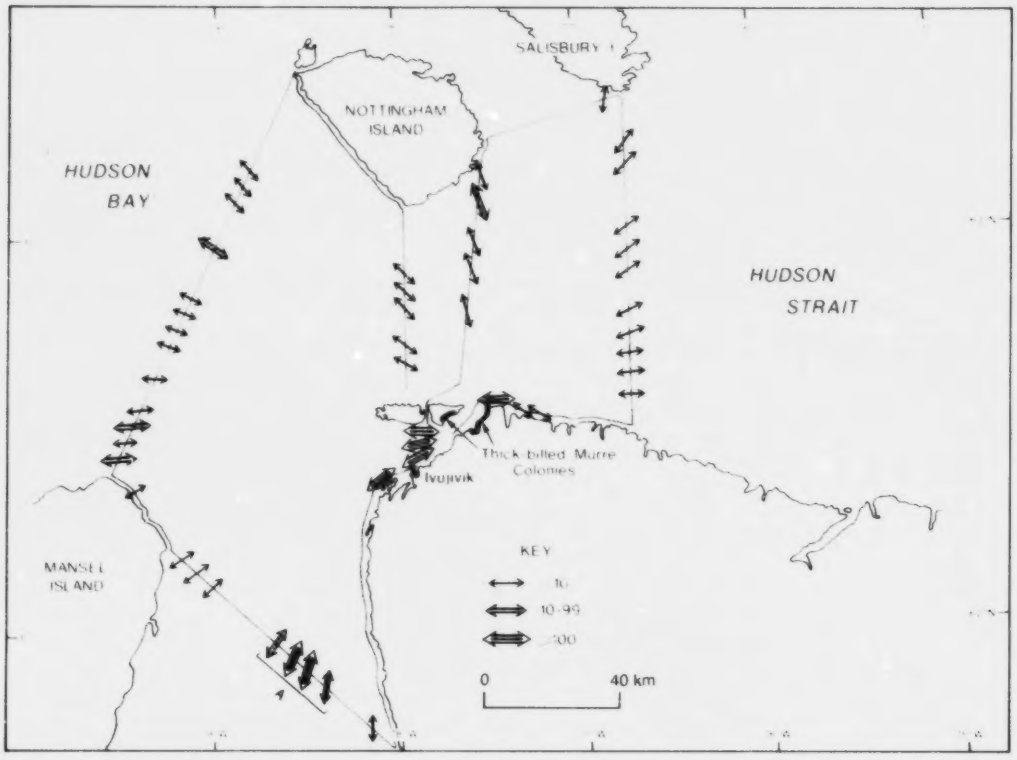
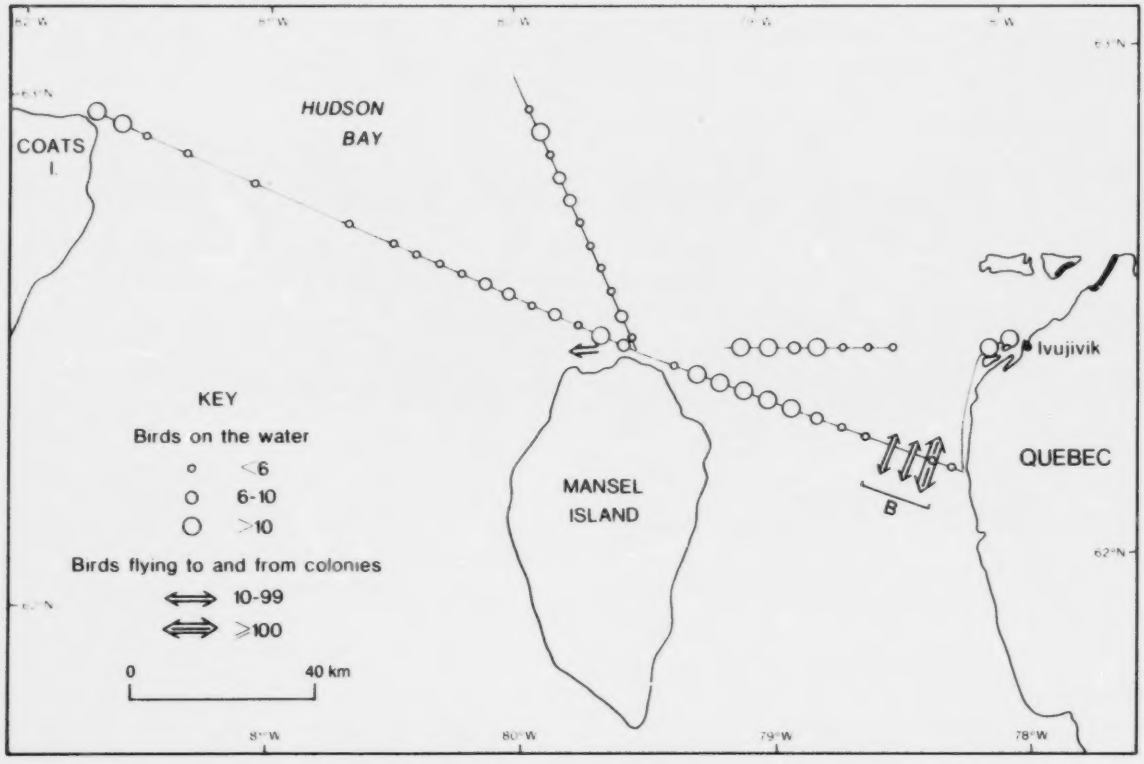


Figure 14
Densities of Thick-billed Murres seen on aerial surveys around Digges Sound on 9 August 1981



were recorded in September in western Hudson Strait.

In 1981 we flew surveys on 9 July and 9 August to obtain some idea of the foraging range of Thick-billed Murres on those dates. Weather conditions on both days were practically ideal, with calm seas and good light.

On 9 July we saw no concentrations of murres on the water, but large numbers in flight heading north and south between the mainland and Mansel Island (Fig. 13). Using a correction for the relative speeds and flight directions of birds and aircraft (Gaston and Smith 1984) we estimated the rates of movement of murres passing across sector A between the mainland and Mansel Island. Across this line, 24 km long, we estimated murres flying away from Digges Sound at a rate in excess of 500 birds every minute. The corresponding rate for birds crossing the whole of the transect between Mansel and Nottingham Islands was 70 birds per minute. Hence, the most favoured feeding area at that date was probably located more than 100 km from the colony, somewhere between Mansel Island and the mainland, and probably well offshore, as birds were not following the coast. Inuit hunters report that, for birds feeding near the shore, the southern limit is near Akulivik, about 200 km from the colony.

Observations from Pitsulak City, where large numbers of Thick-billed Murres were seen daily in July 1981 passing southwest–northeast to the west of the island, suggested that the pattern observed on 9 July was probably fairly constant throughout the incubation period in 1981. We recorded similar movements, at rates of several hundred birds per minute, in 1982. Observations from Digges Island also suggested that the main direction of departure was towards the southwest, with relatively few birds from Digges Island heading north or east in Hudson Strait.

On 9 August 1981 the heavy passage of murres between the mainland and Mansel Island still continued, with 700 birds per minute estimated to be crossing sector B (Fig. 14). Moderate numbers were also recorded on the water between Digges Sound and Mansel Island, particularly in the western half of this area. Smaller numbers were also recorded to the west of Mansel Island, but on the transect between Mansel and Coats Islands a break in the distribution of murres was encountered after about 150 km from Digges Sound. No substantial numbers were recorded from then on until we came within 30 km of the small colony at the northern tip of Coats Island.

We carried out one more survey, on 10 August 1982, covering the same transects used on 9 July 1981. Owing to some moderately rough seas and poor visibility the results of this survey were probably not comparable with those of the 1981 surveys. However, a strong movement of birds southward between Mansel Island and the mainland was recorded again and the few birds recorded on the water were mainly north of Mansel Island.

None of our surveys gave any indication that birds concentrate close to Digges Sound, except for groups engaged in social activities close the the breeding cliffs. The majority of birds from the colony apparently forage at a considerable distance. Rates of movement across sectors A and B were sufficient to account for a majority of the breeding and non-breeding birds based at Digges Sound, given the observed rate of incubation changes of breeding pairs. Thus, most birds probably travelled more than 100 km to feed during the incubation and chick-rearing periods in 1981. This may have been true in 1982 as well.

3. Breeding biology

3.1. Gulls

3.1.1. Attendance

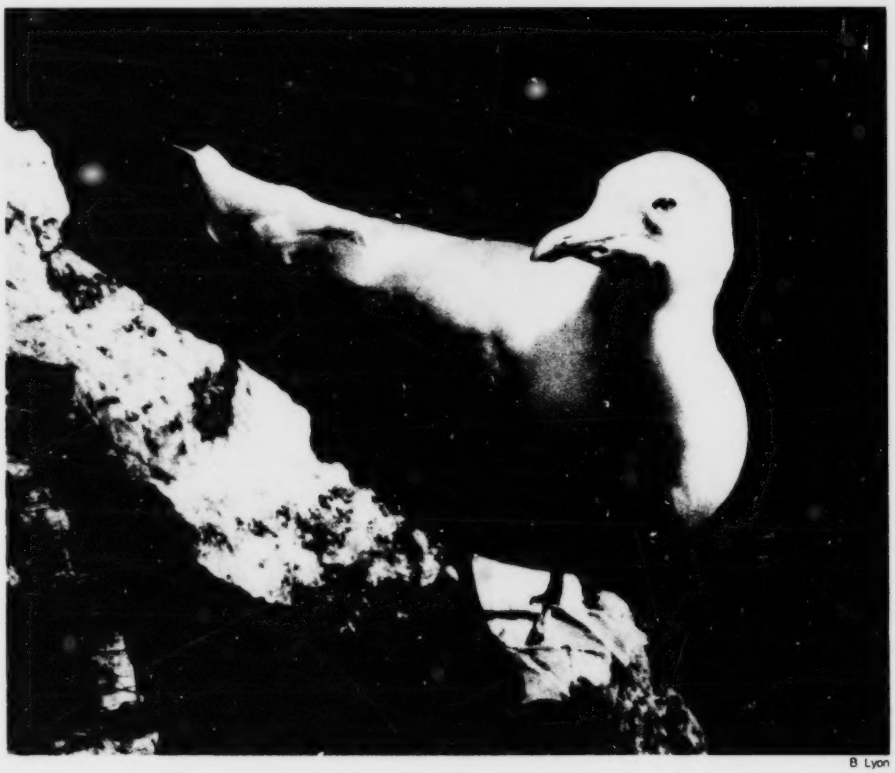
Gulls occurring in the area of the murre colony on Digges Island were concentrated along the cliffs and at a few loafing sites on the shores of lakes near the cliff edge, the most important of which was on the west shore of Long Lake. This made it easy for us to count the gulls present at any instant by spreading observers along the colony to count at prearranged times. In 1982, we used four people placed at W, V, D, and U (Fig. 7) and made simultaneous counts every 10 days. Observers also checked the loafing sites adjacent to their observation point and each count was performed at 14:00 and again half an hour later.

We were not able to cover the entire colony area in this way but we did include all the important breeding and loafing sites and gulls in flight along about 80% of the cliffs. Hence, we probably counted at leat 90% of the gulls present. Because many of the birds were counted at long range, we could not always tell Glaucous and Iceland gulls apart.

On 19 June we counted a mean of 91 gulls, but for the rest of the season numbers varied from 161–191. The highest count came on 12 July, by which time most Iceland Gulls had laid, but few nests had failed. From 23 July onwards numbers remained constant, with means of 162.5, 161, 161, and 161. The area under observation supported 70 breeding pairs (43 Glaucous and 27 Iceland) so the figures suggest a non-breeding population of about 20 birds (about 14%) in the latter part of the season. Appendix 6 gives full counts.

Observations on the Glaucous Gull colony of 21 pairs at S2 showed that there was a clear diurnal pattern of behaviour, with numbers present on the colony being highest in the middle of the night, when numbers were equivalent to the total breeding population, and lowest in the early morning (Fig. 15). On the night of 2–3 August 1982, the majority of gulls present on the colony between 22:00 and 03:00

A typical adult of Kumlien's race of the Iceland Gull, East Digges Island, July 1980



B. Lyon

Figure 15
Counts of Glaucous Gulls at colony S2 and on an adjacent loafing area on 2–3 August 1982

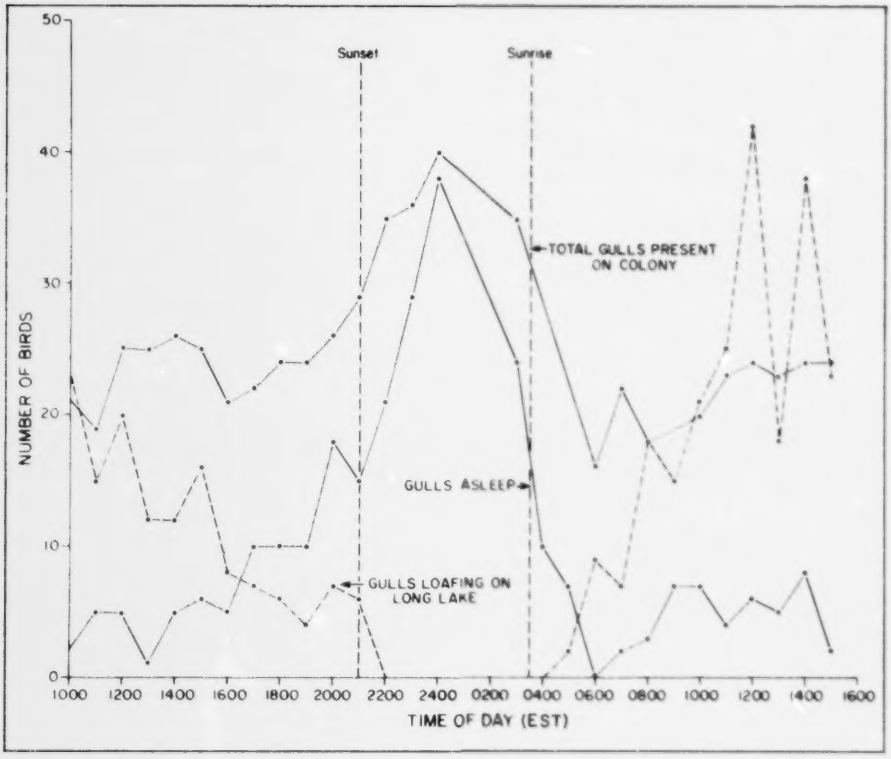
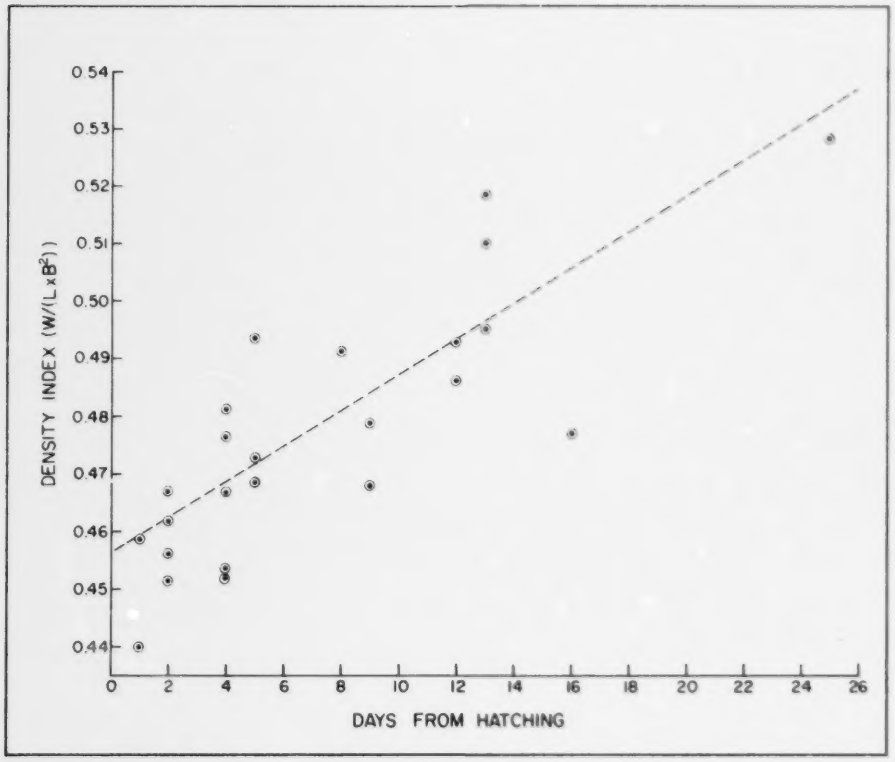


Figure 16
Density indices of Glaucous Gull eggs measured at Digges Island in relation to the length of time before hatching



were asleep. Numbers present at the adjacent loafing site on Long Lake were inversely related to numbers on the colony.

Although our counts suggested that numbers present at the colony were largely accounted for by resident breeders, we also noticed a steady passage of gulls towards and away from the colony, particularly along the south coast of East Digges Island. Most of the outbound gulls, watched through a telescope, eventually settled on the sea to the southwest of the colony, often joining other gulls. We assume that these were foraging trips, and evidence from feeding watches showed that fish and crustacea formed a portion of the food fed to chicks at S2. If a significant number of resident gulls left the colony periodically then gulls other than those breeding on East Digges Island were probably more numerous than our counts suggested.

3.1.2. Timing of breeding

Most of our information on the timing of breeding among gulls was collected on East Digges Island and Staffe Islet. Dates of hatching were observed for Glaucous Gulls on the colony at S2 in 1981 and 1982, and were determined from egg densities for Iceland Gulls at U on Digges Island and at Staffe Islet in 1982.

Six Glaucous Gull eggs were weighed and measured within 2 days of hatching, but before pipping had occurred. The density index (weight [length × breadth squared]) of these eggs was used as an estimate of density just prior to hatching and initial density at laying was then estimated by assuming a weight loss of 15.5% during incubation (as determined for another similar-sized gull by Morgan *et al.* [1978]). We assumed that weight decreased at a constant rate during incubation and a comparison of the predicted density index – age relationship with density indices for eggs of known hatching date (Fig. 16) suggests that this is a reasonable approximation. Estimated hatching dates for 24 Glaucous Gull eggs and 77 Iceland Gull eggs in 2- or 3-egg clutches gave mean age differences of 3.6 and 3.4 days, respectively, between eggs in the same clutch. Eggs are probably laid at 2-day intervals (Dementiev and Gladkov *in* Cramp and Simmons [1983]) and hence these differences suggest a mean error of 1–2 days in our estimates of hatching dates.

Observed dates of hatching for Glaucous Gulls on Digges Island were between 22 June and 4 July in 1981 and 18 June and 20 July in 1982, with peaks in both years between 22 and 26 June (Fig. 17). Assuming an incubation period of 27–28 days (Swenander, *in* Godfrey [1966]), this means that first eggs were laid about 24 May 1981 and 28 May 1982.

Iceland Gulls, both at Digges Island and at Staffe Islet, bred about 2 weeks later than Glaucous Gulls in 1982, with earliest

hatching on 1 July and the peak between 12 and 16 July. Two incubation periods we observed were 24–26 days from the completion of the clutches, so laying probably began about 6 June. The difference between the two species agrees with the observations of Smith (1966) in southern Baffin Island, although laying appears to have been slightly earlier at Digges Sound and the difference between the two species somewhat greater.

For Glaucous Gulls, eggs laid early averaged larger in volume than those laid late in the season ($r = 0.383$, $N = 35$, $P < 0.01$) and early clutches tended to be larger, although the difference was not statistically significant (Table 8). Neither of these effects was apparent for Iceland Gulls. Appendix 7 gives details of egg dimensions.

Our observations on clutch size were probably affected by the fact that most Glaucous Gull clutches were close to hatching when counted. Some egg loss may already have occurred and may account for the large number of single egg clutches observed among Glaucous Gulls.

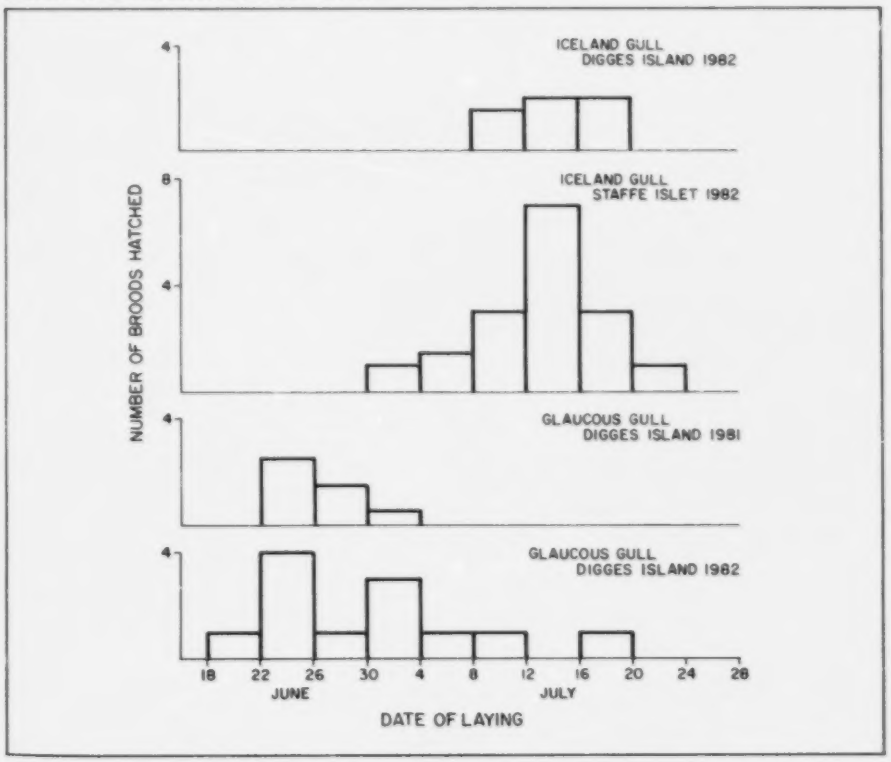
3.1.3. Breeding success

We recorded numbers of eggs hatched and the survival of the chicks for Glaucous Gulls on colony S2 in 1981 and 1982. For Iceland Gulls our information on breeding success was dependent on counts of large young made in early August. These probably give a good indication of the mean number fledged by successful pairs but certainly overestimate success for the entire population.

Table 8
Clutch sizes of Glaucous and Iceland Gulls at Digges Sound, 1981 and 1982

Species	Date of laying	Clutch size 1	2	3	$\bar{x}$	SD
Glaucous Gull	Up to 30 June	3	2	7	2.33	0.89
	After 30 June	6	5	2	1.69	0.75
	Totals	9	7	9	2.00	0.87
Iceland Gull	Up to 14 July	1	9	10	2.45	0.60
	After 14 July	2	13	9	2.29	0.62
	Totals	3	22	19	2.36	0.61

Figure 17
Timing of hatching in the Digges Sound area for Glaucous Gulls in 1981 and 1982 and for Iceland Gulls in 1982



In 1981, observations at S2 began at the same time that the earliest clutches hatched so we have no information on egg survival. We identified 16 active nest sites on 27 June with a minimum of 29 eggs on that date. At least 27 eggs hatched and 22 chicks were present on 18 July, all of which survived until 9 August when the first was seen on the wing. Survival of chicks from hatching to fledging was therefore between 76 and 81%.

In 1982, our observations began on 15 June, and 18 nests contained a minimum of 36 eggs by 22 June. Fifteen pairs succeeded in hatching at least one chick and 11 pairs produced one or more chicks that survived to fledge (Table 9). Altogether, 21 young fledged, representing a 72% survival rate from hatching to fledging. Two eggs that disappeared during hatching may have hatched, and the chick been lost, before we had a chance to record them. In that case the chick survival rate would have been 68%. We set foot on the colony only once before the chicks were well grown, on 22 June when we measured the eggs, so our observations are unlikely to have had much effect on breeding success.

In 1982, we visited Staffe Islet on 3 July, just after the completion of egg-laying by Iceland Gulls, and again during 6–8 August when most Iceland Gull chicks were about half grown. Mean clutch size on 3 July was 2.39 ($N = 33$), whereas the mean number of young per surviving nest during 6–8 August was 1.51 ($N = 73$). This suggests a maximum breeding success of about 63%, but this takes no account of nests that failed completely. The brood size of Glaucous Gulls on the same colony was 1.93 ($N = 15$), almost identical with the size of contemporaneous broods on S2. The average size of Iceland Gull broods banded on Staffe Islet and East and West Digges Islands between 24 July and 1 August 1980 was 1.62 ($N = 26$). Taken together these figures suggest that productivity per brood among Iceland Gulls tends to be lower than that of Glaucous Gulls at Digges Sound.

3.1.4. Feeding ecology and diet

We made incidental observations on gulls feeding and on food remains around nest sites in all years. In 1982, we made regular watches of 1–3 h at colony S2 to record the rate

Table 9
Breeding success of Glaucous Gulls at colony S2 on East Digges Island, 1982

Item	No.
Pairs occupying sites	21
Pairs known to have laid	18
Total eggs laid	36
Nests hatching 1 or more eggs	15
Eggs hatched	29
Nests fledging 1 or more chicks	11
Chicks fledged	21
Chicks reared per pair	0.87
Chicks reared per pair that laid	1.17
Chicks reared per successful pair	1.92

at which chicks were fed and the type of food brought to them. We also examined nest sites at Staffe Islet to identify food remains brought to chicks and watched birds coming to and going from the colony to find out where they were feeding.

Glaucous Gulls breeding amid the murres on Digges Island apparently obtained most of their food either by scavenging around the colony or by predation on murre eggs and chicks. Many Glaucous Gull nest sites were surrounded by large heaps of murre eggshells, and regurgitated pellets usually showed evidence of murre chicks, particularly the feet, which normally appeared almost undigested. The situation for Iceland Gulls was less clear. We saw instances of successful predation attempts by Iceland Gulls on murre eggs and chicks, but their nests did not usually contain murre remains. Even where they nested close to the murres, they did not seem to exploit them for food to the same extent as the Glaucous Gulls.

Murre eggs and chicks made up 85% of identifiable food remains delivered to Glaucous Gull chicks at S2, but this is probably misleading because, although murre eggs and chicks could be easily recognized, other things were hard to identify at the range of 100 m from which we watched. Murre remains made up 43% of all feedings ($N = 187$), with the only other clearly recognizable item, fish, making up a further 7%. During July, murre eggs made up 31% of food brought to chicks ($N = 122$), but in August the gulls switched almost entirely to chicks, which formed 60% of the diet in that month ($N = 65$, Table 10). Unidentified food may have consisted of scavenged meat, small marine organisms, or partially digested fish.

Murre eggs may have been more important in July than it appeared. Most of the eggs that we saw delivered to chicks were regurgitated whole at the nest site and then pecked open either by the adult or the chicks. In some cases, the eggs were already broken when regurgitated. If adult gulls sometimes pecked open the eggs away from the colony and swallowed the contents to regurgitate to the chicks, or if the eggshells became fragmented in transit, it would have been hard to identify the regurgitated mixture of yolk and albumen. The same would have applied to eggs that rolled off their ledge to be scavenged by the gulls after smashing on the rocks. However, 49% of regurgitations seen in July ($N = 122$) were definitely not eggs, so these made up no more than half of the chicks' diet in July.

When we visited the gull colony on 25 July we collected the shells of 372 murres eggs, of which 345 were associated with the 12 nests that still contained chicks. The number of eggshells varied widely among nests: five nests accounted for 90% of all shells. As Gaston and Nettleship (1981) have shown elsewhere, some pairs or individuals specialize in taking murres' eggs. We found a similar situation at colony U with many shells around some nests and few around others.

The rate at which broods were fed appeared to be relatively constant over the season, averaging between 6 and 10 meals daily (App. 8), but this is probably deceptive because the amount of food regurgitated at each feeding may have increased as the chicks grew. There was also no indication of any fluctuation in the rate of feeding in relation to time of day, except for high rates recorded on two out of three watches carried out after 20:00 (Fig. 18). This may reflect the arrival of adults returning to the colony to roost.

Most food deliveries, where divisible, were shared by the whole brood but each chick received the equivalent of 2.5–5 whole deliveries each day. Towards the end of the nestling period, when more than half the items being delivered were murre chicks, we can estimate the approximate food intake of each chick. Most murre chicks weigh 100–150 g while on the colony (see section 3.2.4.). If we estimate that each gull chick receives the equivalent of three murre chicks each day, then it gets about 350–400 g of meat, equivalent to about 25% of its body weight. This estimate is similar to Spaans' (1971) findings for Herring Gulls in the Netherlands, which required a similar body-weight equivalent in fish.

Iceland Gull chicks at Staffe Islet apeared to be fed less frequently than the Glaucous Gulls at Digges Island. Rates of feeding observed on 7 August were 0.05 feeds per brood per hour between 14:30 and 17:30 and 0.12 feeds per brood per hour between 19:15 and 21:15. These suggest overall daily rates of 1–2 feeds per chick. Most of the food delivered to the chicks could not be identified but it included one murre chick (ignored by the chicks involved) and several meals of small crustacea.

Examination of Iceland Gull nests at Staffe Islet revealed the remains of four more murre chicks. Some adults watched departing from the island headed northeast, towards the mainland murre colony, from which the murre chicks presumably originated. We examined nine Glaucous Gull nests on Staffe Islet but found no signs of murre eggs or chicks in any of them. It seems that the gulls breeding on Staffe Islet make little attempt to forage at the murre colonies, perhaps finding most of their food at sea. We saw Iceland Gulls sitting on the water and feeding by pecking at small organisms close to the surface after the fashion of Black-legged Kittiwakes (*Rissa tridactyla*), on several occasions.

One remarkable feature of the gulls in the Digges Sound area was their scarcity in the vicinity of Ivujivik. Apart from the local garbage dump, there was a large amount of potential food for gulls available in and around the settlement in the form of discarded fish and parts of seals, whales, and walruses. Nevertheless, gulls were not a prominent feature of Ivujivik and no large flocks were associated with the village. Usually, only one or two gulls could be seen in the vicinity of the village. Nor was there any evidence that gulls habitually scavenged around fishing camps nearby, where there were often copious amounts of discarded fish.

Table 10
Food fed to Glaucous Gull chicks at colony S2 on East Digges Island, 1982

Date	No. of feedings				
	Eggs	Chicks	Fish	Other	Totals
7–15 July	11 (23%)		6 (13%)	30 (64%)	47
16–31 July	27 (36%)	3 (4%)	3 (4%)	42 (56%)	75
1–15 August		25 (61%)	3 (7%)	13 (32%)	41
16–31 August	1 (4%)	14 (58%)	2 (8%)	7 (30%)	24
Totals	39 (21%)	42 (22%)	14 (7%)	92 (50%)	187

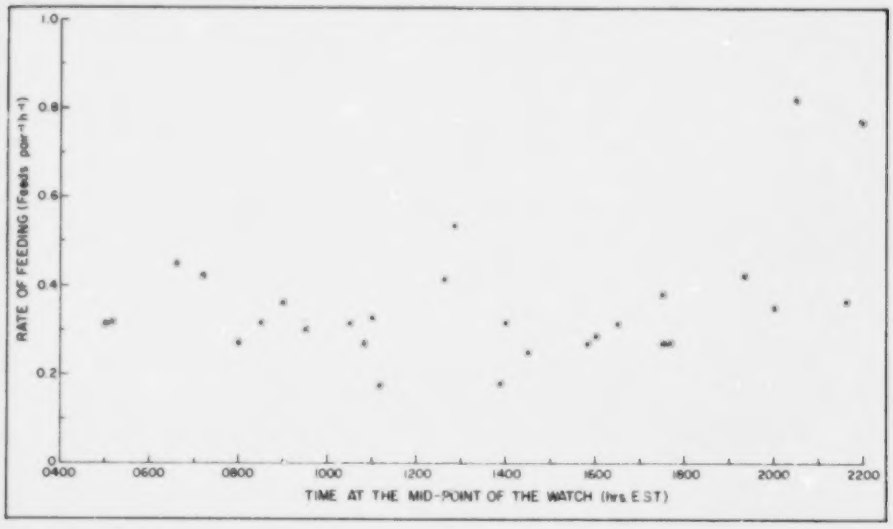
3.2. Thick-billed Murre

The breeding biology of a large Thick-billed Murre colony and the methods of study have been thoroughly described for Prince Leopold Island by Gaston and Nettleship (1981) and we shall not attempt to repeat the same information for Digges Sound. Instead we present a basic outline of the species' biology at Digges Sound and draw comparisons with the situation observed at Prince Leopold Island. All references to Prince Leopold Island are to the study cited above. Otherwise, we concentrate on the role of the Thick-billed Murre in the marine ecosystem and its relationship with predators, competitors, and prey.

Most of our information was based on observations of a small number of study plots selected on arrival at Digges Island in 1980 (Fig. 7). These fell into four categories:

1. count plots (10; A1, A2, B, C, D, E, F1, F2, G, H on which the number of birds present was counted between 17:00 and 18:30 daily;
2. breeding plots (five; A1, B, D, F1, J; four of these also count plots) on which we estimated reproductive success by watching from a distance and recording daily those sites that had eggs or chicks (Type 1 monitoring of Birkhead and Nettleship 1980);
3. egg plots (three; R, S1, T) on which all eggs were measured and weighed; and
4. growth plots (two; R and T; both also used as egg plots) on which the growth of chicks was recorded by weighing and measuring them every 3 days from hatching onwards.

Figure 18
Rates of feeding recorded for Glaucous Gull chicks at colony S2 in relation to time of day



Adult Thick-billed Murre, East Digges Island, August 1980

B. Lyon

To investigate the murres' diet we collected birds where they were feeding, up to 80 km from the colony, on a number of dates through the season in all years. We obtained samples of food delivered to chicks by collecting dropped or discarded fish from the breeding ledges during chick-weighing or banding operations.

3.2.1. Attendance

According to local people, the murres generally appear at the fast-ice-edge near Ivujivik soon after the ice begins to break up on Digges Sound in April or early May. At Cape Dorset, at the northwest corner of Hudson Strait, murres also appear at the ice-edge in May. We saw none at either locality on 16 April 1982, on an aerial survey, despite the presence of open water close to the colony, nor did we see any elsewhere on transects flown across western Hudson Strait. In 1982 murres had not penetrated through Hudson Strait by mid-April. A few murres apparently winter in northern Hudson Bay in the vicinity of Southampton Island (Sutton 1932), but these are probably only a small proportion of the population and may originate from the colony at Coats Island.

The earliest that we established a camp on Digges Island was 12 June in 1982 and by this date murres were present on the cliffs in large numbers. During the period prior to egg-laying, numbers fluctuated considerably: the cliffs were almost deserted in bad weather. Once egg-laying commenced about 20 June, numbers on the cliffs remained high through to the time when most of the chicks had left at the end of August.

Highest numbers of birds were present on the colony between mid-incubation (mid-July) and the start of fledging (mid-August) (Fig. 19). Numbers were lower in 1981 than in the other 2 years for all but two 7-day periods, and in 1982 numbers were higher than in the other 2 years from 28 days before until 7 days after the median date of hatching. The proportion of breeding pairs to birds present (*K*-ratio) was not very different among years because the number of eggs laid in 1982 was also higher than in the other seasons.

The general pattern of attendance was similar to that seen at Prince Leopold Island, but peak numbers seemed to occur earlier in the season, with peaks in 1980–82 falling at the median date of hatching, or 7 days before. In contrast, at Prince Leopold Island, peak attendance occurred at or after the median date of hatching in the "normal" summers of 1975–77.

The ratio of breeding pairs to the total number of birds present was generally higher than found at Prince Leopold Island during the early part of the season, but ratios during the period between the middle of the incubation period and the middle of the chick-rearing period were quite similar (Table 11). This strengthens the idea that a *K*-ratio of about 0.67 can be

used to convert counts made about the time of hatching to numbers of breeding pairs at large Thick-billed Murre colonies.

3.2.2. Timing of breeding

We used several methods to determine the date on which Thick-billed Murres on Digges Island laid their eggs. We recorded layings on the breeding plots by direct observation in 1980 and 1981. In 1981 and 1982 we derived dates of laying from the densities of eggs weighed on the egg plots, and in all years we recorded hatching dates on the growth plots.

First eggs on the breeding plots were laid on 18 June in 1980 and 1982 and on 24 June in 1981. Other measures confirmed that breeding was slightly later in 1981 than in the other 2 years (Table 12). In addition, the average age of chicks at fledging was greater in 1981, but the date by which 90% had left the colony was similar because laying ceased earlier in 1981. The dates of laying, hatching, and fledging were similar to those recorded in 1975–77 at Prince Leopold Island, despite the fact that Digges Island is 12° farther south. Timing at Digges Island was earlier in 1955, when Tuck estimated that the earliest hatching took place on 16 July. He recorded peak fledging on 16–17 August.

3.2.3. Egg size

The mean volume index (length times the square of the breadth) for all eggs measured on the three egg plots at Digges Island was 204.3 cm^3 ($N = 1175$). This is larger than the mean for any sample measured at Prince Leopold Island or for eggs measured at Coburg Island or Cape Hay, Bylot Island in 1979 (Birkhead and Nettleship 1981).

Eggs laid at plot R, at the southern extremity of the colony were larger, on average, than those laid on plots S1 or T, and this difference was consistent in all 3 years (Table 13). There was no significant variation in the volume of eggs laid among the 3 years of the study, despite the variation in timing of laying.

In 1981 and 1982, egg volumes at all plots decreased as the season progressed, so that early laid eggs averaged a volume index of about 210 cm^3, whereas those laid in the second half of July averaged only about 190 cm^3. In both years there was a sharp decrease in the size of eggs after about two-thirds of the eggs had been laid (Fig. 20*a*, *b*), particularly in 1982 when egg size fell dramatically between 25–29 June and 30 June – 4 July at plots S1 and T. A similar decline occurred between 30 June – 4 July and 5–9 July at plot R where the median date of laying was later.

Where we knew the date on which eggs had been laid to within 48 h, we could compare fresh weights with volume indices. These were closely correlated ($r = 0.952$, $N = 78$, $P<0.001$) and the regression of fresh weight on volume index allows us to estimate the fresh weights of all eggs.

Figure 19
Changes in numbers of Thick-billed Murres present during daily counts and changes in the proportion of breeding pairs to birds present (*K*-ratio) at study plots on East Digges Island

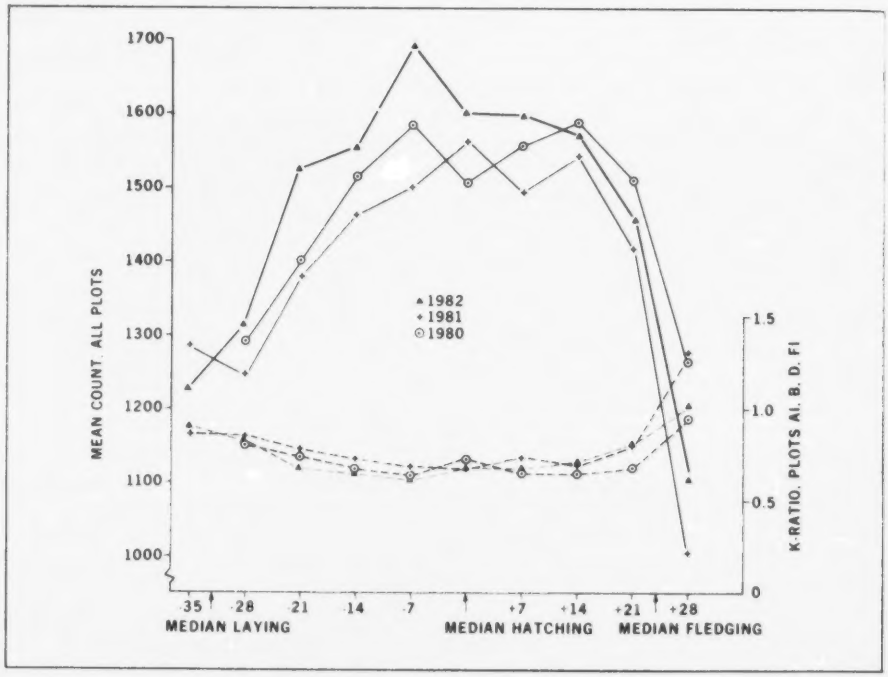


Table 11
Comparison of *K*-ratios at Prince Leopold Island and East Digges Island during 1 week at about the median date of hatching (Prince Leopold Island, 1–7 August Digges Island, the 7-day period centred on median date of hatching)

		Prince Leopold Island		Digges Island		
		1976	1977	1980	1981	1982
Breeding pairs	(*A*)	659	650	305	306	306
Mean count	(*B*)	906.2	1032	445.3	460.5	466.6
K-ratio	(*A*/*B*)	0.73	0.63	0.71	0.68	0.67

Table 12
The timing of breeding of Thick-billed Murres at East Digges Island in 1980–82

	1980	1981	1982
First eggs laid (breeding plots)	18 June*	24 June	18 June
Median date of laying (breeding plots)	26 June	30 June	29 June
Median date of laying (egg plots)	28 June	29 June	26 June
Median date of hatching (growth plots)	28 July	31 July	4 August
Mean age at fledging, days (growth plots)	21.6	24.0	22.0
Date of peak fledging (breeding plots)	19–21 August	25 August	21–23 August
90% of chicks fledged (breeding plots, including re-lays)	29 August	31 August	31 August

*Extrapolated from date of hatching.

Table 13
Egg volume indices (length × breadth², cm^3) recorded on three plots on East Digges Island in 1980, 1981, and 1982

	1980			1981			1982		
Plot	$\bar{x}$	SD	*N*	$\bar{x}$	SD	*N*	$\bar{x}$	SD	*N*
R	207.45*	15.45	126	205.80	15.96	160	207.31	16.01	171
S1	202.21	17.22	103	204.03	15.87	110	203.62	16.73	127
T	200.84	19.39	128	201.83	19.96	123	203.63	15.55	127

*Two-way analysis of variance:
by plot, $F = 8.77$, df 2, $P<0.001$;
by year, $F = 0.62$, df 2, N.S.

Fresh egg weight =
0.4917 (volume index) + 6.5327 g

An egg with a volume index of 210 cm^3, the average for early laid eggs, weighed 109.8 g at laying, whereas one of 190 cm^3, typical of later eggs, had a fresh weight of 100.0 g. Hence, the approximate decline in fresh weights during the laying period was 9.8 g or 9% of the weight of early eggs.

Incubation periods for eggs where we knew dates of laying and hatching to within 48 h averaged 32.4 ± 1.37 days (N = 28) in 1980, 32.8 ± 1.77 (N = 69) in 1981 and 32.8 ± 1.86 days (N = 15) in 1982. The most common period was 32 days in 1980 and 1982 and 33 days in 1981. These incubation periods were identical with those recorded at Prince Leopold Island and give no evidence that the larger eggs laid at Digges Island take longer to hatch.

3.2.4. Chick growth

Chicks weighed within 24 h of hatching had a mean weight of 73.4 g and, not surprisingly in view of the fact that egg volumes were similar, there was no significant variation among years. The much larger samples of weights available for 2-day old chicks did show significant interyear variation, however, with those hatched in 1981 averaging 75.4 ± 7.6 g (N = 43), compared with 78.9 ± 8.3 g (N = 38) and 79.5 ± 8.9 g (N = 57) for 1980 and 1982, respectively (Gaston *et al.* 1983).

Increase in weight was fairly uniform up to about 8 days old, after which the rate of increase flattened off to reach an asymptote at about 20 days (Fig. 21). Chicks attained highest weights in 1982 when those on plot R had a mean weight of 153.0 g at 14 days and 161.8 g at fledging. In 1981, the year of slowest growth rates, the corresponding figures were 134.0 g and 148.4 g. Appendix 9 gives full details of chick growth at plot R in all 3 years.

In 1981, some chicks barely increased in weight at all after hatching, three weighing less than 100 g at 14 days. Feather growth was clearly retarded in these chicks, with no growth of the primary coverts and little development of the contour feathers. The nestling down was shed, however, so that by 14 days old the chicks were practically naked.

Despite the fact that the eggs laid on Digges Island were larger than those laid on Prince Leopold Island, the chicks that emerged increased in weight more slowly (Fig. 21). Mean weights at Prince Leopold Island ranged from 174 to 200 g at 14 days old and 196 to 216 g at fledging. The corresponding weights at Digges Island were 134–153 g and 148–162 g (App. 10). A comparison with chicks weighed on Coats Island in 1981 and on Hantzsch and Akpatok Islands in 1982 showed that chicks on Digges Island also grew more slowly than those at other colonies in Hudson Strait (Gaston *et al.* 1983).

As well as being slow to put on weight, the chicks at Digges Island grew their wing feathers more slowly than those at Prince Leopold Island (Fig. 22). The mean length of the primary coverts, the longest juvenile wing feathers, at 14 days old, ranged from 53–56 mm at Prince Leopold Island, compared to 45–53 mm at Digges Island (App. 10). At fledging, the Digges Island chicks left the colony with shorter wings despite the fact that they were generally older at departure.

Figure 20
Egg volume indices for Thick-billed Murres at East Digges Island in (*a*) 1981, and (*b*) 1982, in relation to date of laying and proportion of eggs laid

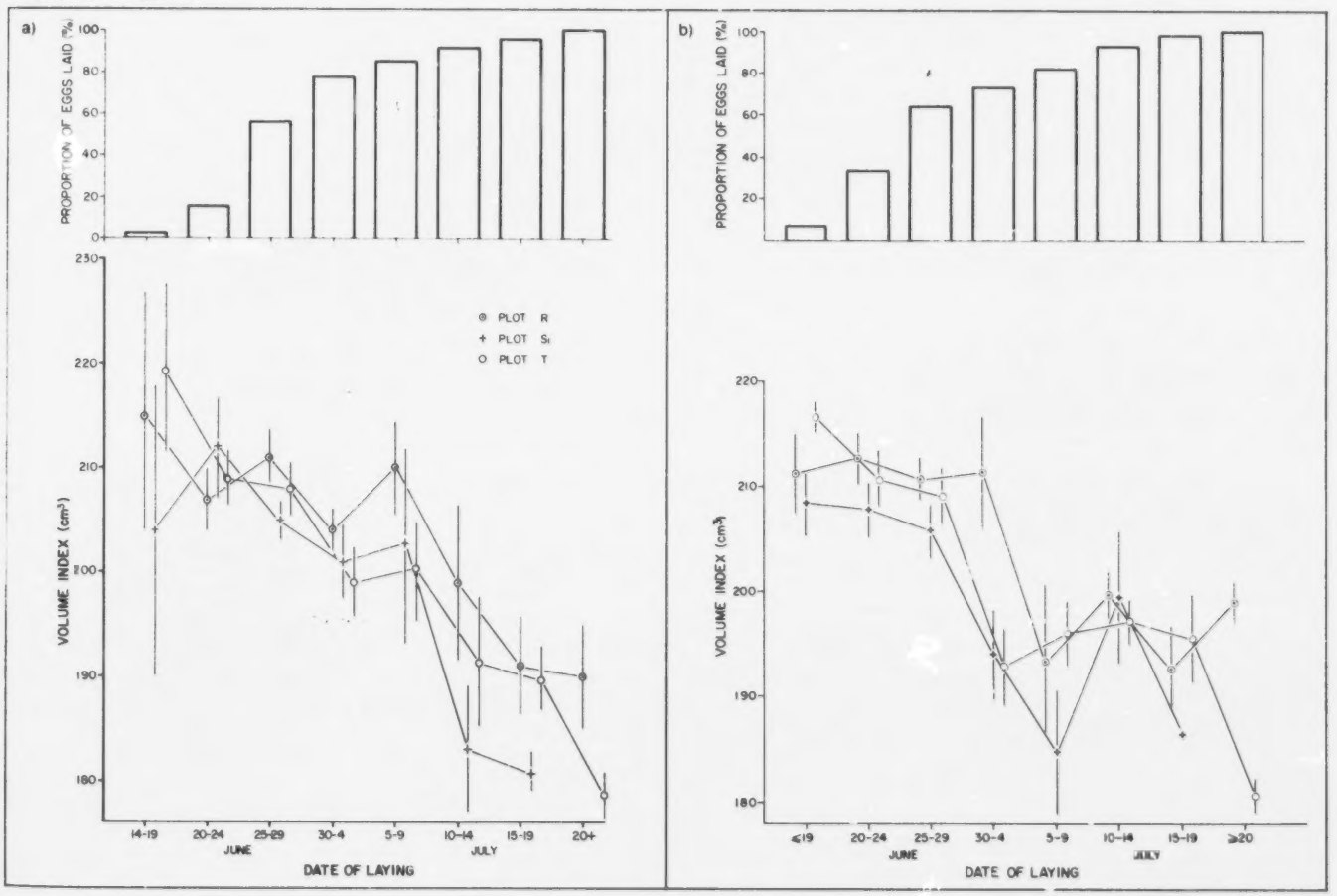


Figure 21
Weight increase in Thick-billed Murre chicks at East Digges Island in 1980–82, compared to data for 1977 from Prince Leopold Island

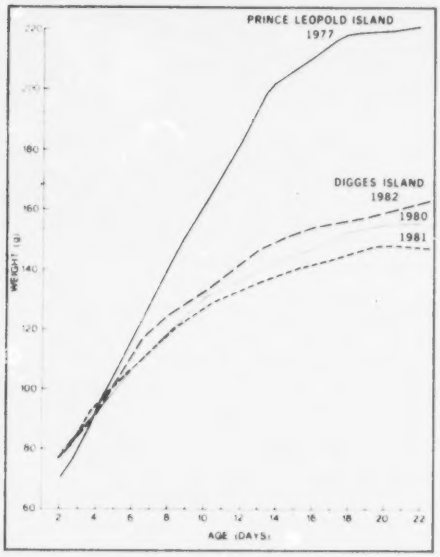
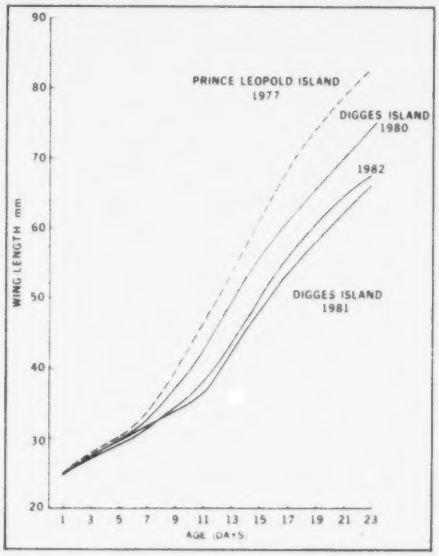
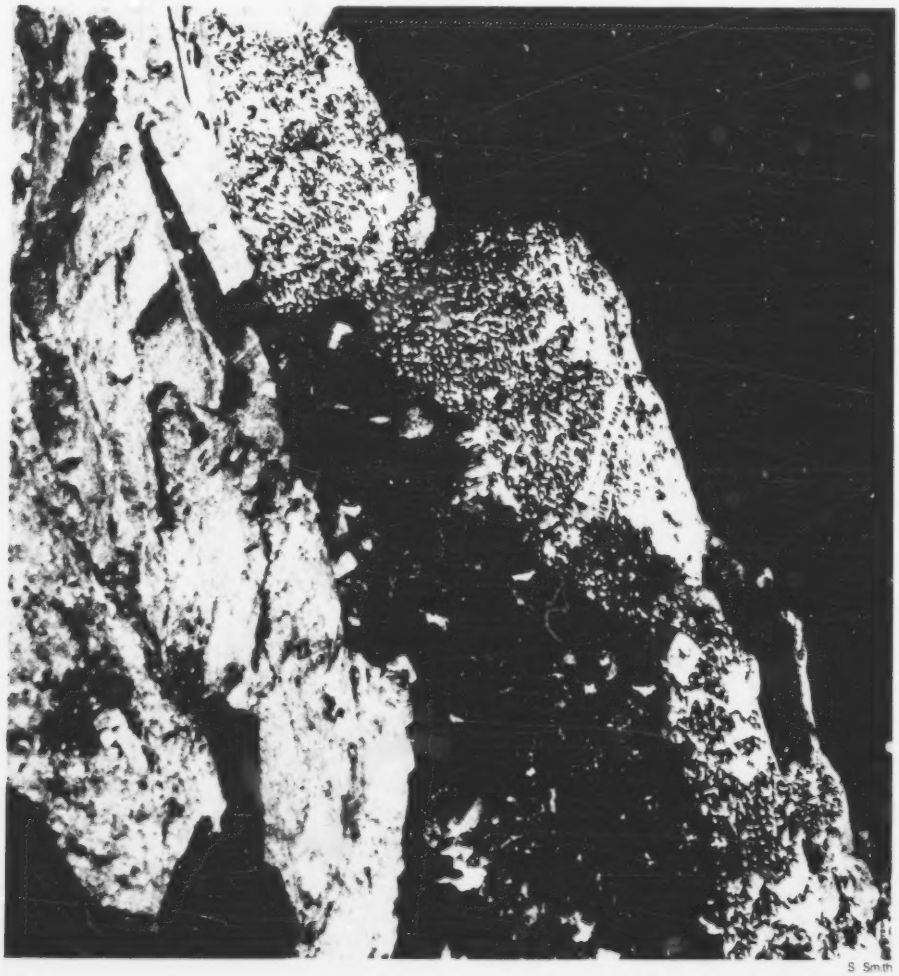


Figure 22
Increase in wing length of Thick-billed Murre chicks at East Digges Island in 1980–82, compared to data for 1977 from Prince Leopold Island



A bander on the way down to plot S2, which can be seen below the figure, July 1981



S Smith

Some chicks were captured at sea soon after leaving the colony in 1979. Mean weights and wing lengths were similar to those recorded in 1980–82 for chicks at growth plots, when they were weighed and measured for the last time prior to leaving. Our activities on the cliff seem to have had only a small effect on the growth of the chicks we studied.

3.2.5. Breeding success

During 1980 and 1981, we recorded reproductive success by watching each breeding plot (A1, B, D, F1 in 1980; the same and J in 1981) for several hours each day. We found that eggs were laid at practically all sites that were occupied on more than 80% of our visits between the median date of laying and the start of fledging (App. 11). In 1982, therefore, we did not make prolonged observations during the egg-laying and incubation periods at plots A1, B, D, and F1 but visited the plots only to record which sites were occupied. We began to make lengthy checks as soon as hatching began and thereafter made the same observations as in previous years. At plot J we made the normal observations throughout the season in 1982.

The proportion of breeding pairs that succeeded in rearing a chick to at least 15 days old (chicks disappearing at 15 days or older were assumed to have fledged successfully) was 64% in 1980, 60% in 1981, and 68% in 1982 (Table 14). Taking a mean of 1980 and 1981, out of every 100 eggs laid, 65 hatched successfully and 61 chicks fledged. Out of the 35 eggs lost, 6 were replaced, 2 hatched, and 1 fledged, for a total of 62 chicks fledged for every 100 breeding pairs.

3.2.6. Adult diet

We examined the diet of adult Thick-billed Murres by collecting birds at feeding grounds away from the colony. We shot most of the specimens southwest of Digges Sound around Ivujivik and the Nuvuk Islands. We also took samples off the north coast of West Digges Island and to the east of Cape Wolstenholme along the mainland coast, as far as Sugluk. Collections were made throughout the season, as opportunity arose, so that approximately one-third of the specimens in each year were taken between first laying and first hatching (20 June–20 July), one-third between first hatching and first fledging (21 July–15 August), and one-third after the start of fledging (16–31 August).

We collected 223 birds during 1980–8 of which all but 10 contained identifiable food remains. The majority were dissected within 4 h of collection and the stomach and proventriculus removed and preserved in 70% ethyl alcohol. Food material was sorted by taxonomic group and the number of organisms represented estimated by counting whole animals and identifiable parts (e.g., otoliths for fish, telsons or heads for crustacea, beaks for squid, jaws for annelids).

Table 14
Reproductive success of Thick-billed Murres at East Digges Island in 1980–82

	Plots														Totals (A_1,B,D,F_1 only)		
	A_1			B			D			F_1			J				
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1981	1982	1980	1981	1982
First eggs	51	52	54	85	82	82	56	58	60	113	114	122	102	102	305	306	318
Hatched, %	66.7	40.4	—	60.0	69.5	—	62.5	69.0	—	75.2	63.2	—	66.7	73.5	67.2	62.1	—
Fledged, %	94.1	90.5	—	88.2	93.0	—	97.1	90.0	—	95.3	94.0	—	97.1	94.7	93.7	92.6	—
Replacements	1	10	—	6	5	—	3	2	—	3	6	—	6	9	13	23	—
Hatched, %	0	40.0	—	16.7	40.0	—	33.3	0	—	66.7	66.7	—	83.3	77.8	30.8	43.5	—
Fledged, %	0	75.0	—	100	50.0	—	0	0	—	50.0	100	—	100	100	50	80.0	—
Overall breeding success, %	62.7	42.3	50.0	54.1	65.9	65.4	60.7	62.1	71.7	72.6	63.2	77.0	69.6	76.5	63.6	60.1	68.2

The imperfections of this type of analysis are well-known (Bradstreet 1980, 1982). Identifiable remains of some organisms persist longer in the stomach than others, and these organisms are therefore over-represented when the stomach is examined. Moreover, where there are large differences in the size and nutritive value of different organisms, an analysis based only on numbers exaggerates the importance of smaller ones, although this problem can be avoided by converting numbers to weights. Biases inherent in our methods have to be borne in mind when considering our figures.

We identified otoliths by comparison with a reference collection based on otoliths removed from identified fishes collected by other means. In all 3 years, but particularly in 1982, a substantial number of fish otoliths could not be identified. The majority of those were small compared to the identifiable otoliths, and some may have been accessory otoliths of identified species. However, several were distinctive in appearance and not consistently associated with other types. These presumably belonged to fish not otherwise encountered in our study.

Among fish, the most frequently recorded were the arctic cod (which occurred in 34–45% of stomachs each year), sandlance (13–37%), and snailfish (8–63%) (Table 15). Fish doctors and sculpins, both of which were brought to the chicks in moderate numbers, made up a smaller proportion of the adult diet, and Greenland halibut, which appeared in small numbers in the chicks' diet, was never identified in stomach samples.

Among invertebrates, the most common genera found were the amphipod crustaceans *Parathemisto* and *Mysis* (49–68% and 10–19% of stomachs, respectively [Table 15]), the squid *Gonatus fabricii* (4–15%) and an annelid worm, probably *Nereis pelagica* (28–50%). The genus *Mysis* accounted for 53% of all organisms recorded in 1980, but more than 99% of the 2652 *Mysis* specimens counted came from only six stomachs, with one containing 1144. *Parathemisto* was the genus taken most consistently; it was found in 56% of all stomachs examined. It was the second most numerous organism identified in 1980 (after *Mysis*)and the most numerous in 1981 and 1982 (Table 15).

Some of the small crustacea, particularly the copepods, were probably not eaten directly, but found their way into our murres in the stomachs of fish. This was clearly demonstrated when we found identifiable copepods in the stomachs of chicks taken on the cliffs. The chicks could not have been fed anything as small as a copepod and must therefore have obtained them via the fish delivered to them.

Some striking differences were apparent between years. Sandlance, which formed 10–11% of all prey items in 1980 and 1981, declined to only 1.3% in 1982. The small, shrimp-like mysid crustacea showed a similar trend, declining from 53.6% of prey in 1980, to 14.9% in 1981, and only 3.8% in 1982. At the same time snailfish, which represented only 0.2% of prey in 1980, rose to 5.5% in 1981 and 12.7% in 1982. Surprisingly, copepods were much more common in 1982 (9.4% of prey) than in 1980 (0.3%) or 1981 (0%). If, as we suggested, they find their way into the murres via fish stomachs, then it seems odd that they should fluctutate when the proportion of murres containing fish remained more or less stable. The interyear variation may be related to differences in the feeding behaviour or species composition of the fish, rather than any preference on the part of the murres.

Without knowing the relative rate at which different organisms, or their parts, pass through a murre's stomach it is hard to assess

Table 15
The diet of adult Thick-billed Murres in the Digges Sound area based on the analysis of stomach contents

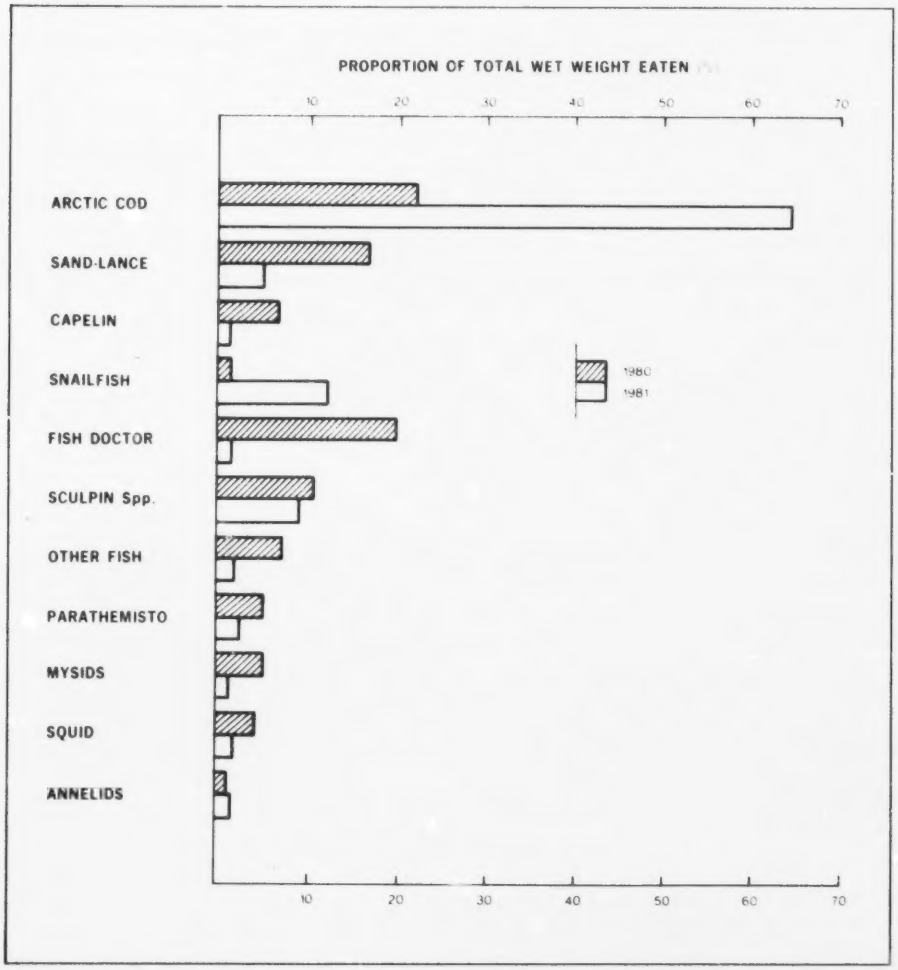
	Percentage of stomachs			Percentage of total individuals		
Prey	1980 (N = 100)	1981 (N = 44)	1982 (N = 79)	1980 (N = 5410)	1981 (N = 935)	1982 (N = 3419)
Empty	5.0	9.0	3.8			
Fish						
Arctic cod (*Boreogadus saida*)	26.0	45.0	24.1	1.5	15.1	1.0
Sandlance (*Ammodytes* spp.)	37.0	37.5	13.9	10.6	11.1	1.3
Capelin (*Mallotus villosus*)	21.0	15.0	12.7	1.2	0.7	0.5
Snailfish (*Liparis* spp.)	8.0	35.0	63.3	0.2	5.5	12.7
Fish doctor (*Gymnelus viridis*)	1.0	5.0	2.5	1.1	0.2	0.1
Sculpins (Cottidae sp.)	20.0	12.5	3.8	1.1	2.9	0.2
Unidentified	44.0	42.5	70.9	5.2	3.6	43.8
All fish	72.0	75.0	81.0	19.8	39.1	59.6
Crustacea						
Parathemisto spp.	49.0	52.5	68.4	21.3	37.9	17.9
Hyperia spp.	8.0	2.5	8.9	0.3	0.3	0.4
Mysis spp.	19.0	12.5	10.1	52.7	9.3	1.6
Boreomysis spp.	0	17.5	13.9	0	2.3	1.1
Mysidae (unident.)	9.0	20.0	16.5	0.9	3.3	1.1
Ischyrocerus sp.	7.0	5.0	6.3	1.0	0.3	0.8
Weyprechtia sp.	8.0	0	1.3	0.5	0	<0.1
Gammarus sp.	9.0	0	1.2	0.3	0	0.2
Onisimus sp.	0	2.5	2.4	0	0.1	<0.1
Ampelisca sp.	0	2.5	0	0	0.1	0
Thyssanoessa sp.	1.0	0	3.8	<0.1	0	0.1
Argis sp.	2.0	0	0	<0.1	0	0
Sclerocrangon spp.	1.0	0	0	<0.1	0	0
Calanus sp.	0	0	3.8	0	0	0.7
Euchaeta sp.	0	0	26.6	0	0	6.8
Metridia sp.	0	0	7.6	0	0	0.5
Other copepods (incl. unident.)	6.0	0	4.1	0.3	0	1.4
All copepods	6.0	0	38.0	0.3	0	9.4
Unclassified	10.0	0	21.5	0.6	0	0.8
All crustacea	78.0	70.5	91.1	78.1	53.6	33.5
Mollusca						
Gonatus fabricii	15.0	15.0	3.8	0.9	0.7	0.1
Annelida						
Nereis pelagica	28.0	42.5	50.1	1.4	6.3	6.2

the relative importance of different prey in their diet. To provide a rough approximation we have multiplied the proportion of all individuals represented by each taxa by their mean fresh weight. We have then expressed these fresh weight indices as percentages of the total fresh weight represented by all individuals over the entire season for 1980 and 1981 (Fig. 23, App. 12). For 1982 this analysis would be misleading because 44% of all remains were unidentified otoliths representing fish of unknown fresh weights.

Fish predominated in the adult diet in both years when expressed in terms of fresh weight, with arctic cod (22% in 1980, 64% in 1981), sandlance (17%, 5%), fish doctor (19%, 1%), snailfish (1%, 12%), and sculpins (11%, 9%) being the most important species. In 1982, although overall proportions cannot be estimated, arctic cod comprised a much smaller proportion of the diet than in 1981 because both the number of fish as a proportion of all fish, and their mean weight, was lower. Crustacea comprised only 10% of food in 1980 and 5% in 1981. However, if otoliths persist in murre stomachs considerably longer than crustacea remain identifiable, then these figures may be misleading. They do provide some basis for comparision with those of Bradstreet (1980) who used similar calculations (converting to dry weight) to analyse the diet of Thick-billed Murres in Barrow Strait.

It is hard to compare the total number of species found in the diet of murres at Digges Sound with those recorded in birds collected in Barrow Strait, because we collected more birds spread over a longer period. However, if we compare our samples for June and the first half of July with Bradstreet's (taken between 5 June and 4 July) we recorded five identified genera of fish in all 3 years (plus 1–3 other unidentified but characteristic otolith types) out of samples of 36, 14, and 23 stomachs. In contrast, Bradstreet found only arctic cod and sculpins among 98 stomachs. This suggests that a greater range of prey was available to the murres in the low arctic waters around Digges Sound than in the high arctic waters of Barrow Strait.

Figure 23
Diet of adult Thick-billed Murres in 1980 and 1981 estimated in terms of wet weight eaten



3.2.7. Diet of chicks

Practically all meals that we saw being delivered to chicks consisted of a single fish, as is usually the case for murres (Tuck 1961, Gaston and Nettleship 1981). Exceptions included squid, large crustacea and, on one occasion, two small fish. For the most part, the murres made their deliveries so quickly that we were unable to identify the species of fish involved. However, most of those that could be identified were arctic cod, with small numbers of Greenland halibut and sculpins, both of the latter being distinctive and readily identifiable.

Specimens collected from the breeding ledges supported the idea that arctic cod were the main food of the chicks, comprising 45–62% of specimens collected during 1980–82 and an estimated 58–68% of the diet by weight (Table 16). The only other fish making up more than 10% of specimens in any year were capelin, sandlance, and blennies (including fish doctor), although in 1981 sculpins comprised just over 10% by weight.

To check whether the specimens collected from ledges were representative of the normal chick diet, we collected 21 chicks in August 1981 and dissected them to examine remains present in their stomachs. Arctic cod was again the most important species, comprising 53% of the 53 organisms identified. Surprisingly 28% were squid compared to only 7% squid among specimens collected on ledges in 1981. Annelid worms, not otherwise recorded as chick food, made up a further 8% of the organisms found in stomachs.

The high incidence of squid and annelid worms in the sample of remains from chick stomachs, compared with food collected on ledges, or seen being delivered, probably resulted from the persistence of their hard parts. Both animals are represented in stomachs, mainly by chitinous jaws which appear to be very resistant to digestion. They probably persist in murre stomachs longer than fish otoliths, perhaps because they do not break up and dissolve. Considering only the fish, however, the results of the stomach analysis were similar to those obtained by picking up specimens on ledges.

The mean weights of fish and squid collected and weighed while still fresh were 8.7 g, 8.6 g, and 5.7 g, respectively, in 1980–82 (Table 17). Generally speaking, arctic cod delivered to chicks weighed 5–12 g and measured 60–130 mm in length. Most other fish fell in the same weight range, although sandlance were generally smaller (1–5 g) and fish doctors larger (10–20 g). The majority of arctic cod of the size observed were probably in their second and third years, at which age they reach maturity (Craig *et al.* 1982).

Most of the fish brought to chicks were larger than those detected in the adult diet. We were unable to estimate the size of fish represented by the smallest otoliths we found in our

Table 16
The percentage occurrence by number and weight of nine organisms in the diet of Thick-billed Murre chicks at East Digges Island in 1980–82, based on specimens collected from the breeding ledges. There were 88 specimens in 1980, 85 in 1981, 21 in 1982

	1980 (N = 88)		1981 (N = 85)		1982 (N = 21)	
Organism	No. of specimens, %	Weight, %	No. of specimens, %	Weight, %	No. of specimens, %	Weight, %
Arctic cod	45.5	60.4	55.3	58.0	62.0	67.7
Capelin	9.1	4.0	3.5	6.1	10.0	7.8
Sandlance	20.5	6.2	8.2	2.4	10.0	3.3
Fish doctor	10.2	17.6	4.7	6.1	4.5	10.5
Greenland halibut	2.3	3.8	2.4	1.2	0	0
Sculpin spp.	3.3	2.6	5.9	10.6	4.5	2.8
Blenny spp.	4.5	3.1	12.9	11.9	4.5	5.6
Squid	3.4	2.3	7.1	3.5	4.5	2.4
Crustacea	1.1	0.1	0	0	0	0

Table 17
Weights of meals delivered to Thick-billed Murre chicks at East Digges Island in 1980–82

	1980			1981			1982		
	$\bar{x}$	SD	N	$\bar{x}$	SD	N	$\bar{x}$	SD	N
Arctic cod	12.35	8.91	22	9.63	7.24	18	6.40	4.33	9
Capelin	4.09	1.64	8	16.0	—	1	4.80	0.99	2
Sandlance spp.	2.80	1.80	16	2.70	1.34	4	2.00	0.42	2
Fish doctor	15.96	10.92	7	12.00	1.41	2	12.90	—	1
Greenland halibut	15.35	7.71	2	4.75	1.06	2	—	—	—
Sculpin spp.	7.10	2.55	2	16.0	—	1	3.4	—	1
Blenny spp.	6.95	7.85	2	8.45	8.25	4	6.90	—	1
Squid	6.15	0.64	2	4.75	1.77	2	2.90	—	1
All species	8.72	8.17	61	8.63	6.66	34	5.75	4.06	17

Black Guillemot arriving with a four-lined snake blenny, Pitsulak City, August 1983

A. Macfarlane

stomach samples, but the majority of sandlance represented weighed less than 1.5 g, compared with a mean of more than 2 g for those delivered to chicks. Likewise, arctic cod from adults collected after the start of hatching were lighter in all years (8.7 g, 5.7 g, and 4.5 g) than those fed to chicks (*cf.* Table 17). The average size of arctic cod showed the same trend in both samples, being heaviest in 1980 and lightest in 1982.

The fish brought to chicks at East Digges Island seemed to be smaller than those delivered to Thick-billed Murre chicks elsewhere. At Prince Leopold Island the average meal weighed 12.5 g (Gaston and Nettleship 1981), whereas at Coats Island in 1981 the average was 11.6 g and at Hantzsch Island in 1982, 10.1 g (AJG, unpubl.). All these samples were derived in the same way, from fishes picked up on ledges. Daily feeding rates were also relatively low at East Digges Island, ranging from 2.0–2.9 feeds per chick during our study compared to rates of 3–5 feeds per chick recorded at colonies in Lancaster Sound (Birkhead and Nettleship 1981, Gaston and Nettleship 1981) and elsewhere in Hudson Strait (Gaston *et al.* 1983). Presumably, the small meals and low feeding rates combined to cause the low chick weights that we recorded.

3.3. Black Guillemot

Our main interest in the Black Guillemots was in what they were feeding on and where they found it, but we also kept notes on their breeding biology. We made most observations around the Nuvuk Islands in 1981 and 1982, and carried out the breeding biology studies on Pitsulak City. In this area most Black Guillemots nest under large boulders on fairly flat islands so that, unlike cliff sites, there is no difficulty in getting access to the nests. Moreover, the density of nests was sufficient to allow us to observe up to 20 nests simultaneously from a blind placed on Pitsulak City.

3.3.1. Timing of breeding

In 1981, the majority of eggs hatched between 21 July and 10 August, but there was a second small peak in late August (Fig. 24). In 1982, hatching began after 26 July and there was a single peak between 5 and 10 August. Assuming an incubation period of 31 days (Asbirk 1979, Petersen 1981), this suggests that laying extended from 20 June to 24 July in 1981 and from 25 June to 24 July in 1982, similar dates and spread to those observed for the Thick-billed Murres.

The second peak of hatching in 1981 may represent replacement clutches. Petersen (1981) mentions that 9–16% of Icelandic Black Guillemots that lose their clutches lay replacements, although this occurs only in an early season. In 1982, when breeding was later than in 1981, there may not have been sufficient time for replacements to be laid. Black Guillemot chicks fledge at 34–38 days old (Cairns

Figure 24
Timing of hatching for Black Guillemot chicks on Pitsulak City in 1981 and 1982

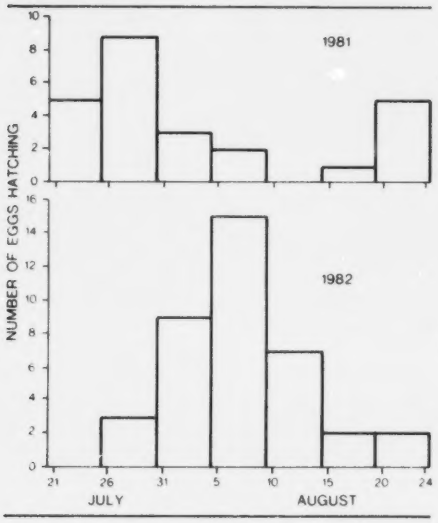


Table 18
Breeding success of Black Guillemots on Pitsulak City in 1981 and 1982

	1981	1982
Nests examined	20	52
No. eggs laid	34	100
Mean clutch size	1.70	1.92
No. chicks hatched	19	51
Eggs hatching, %	56	51
No. chicks fledged	10	47
Chicks fledging, %	53	92
No. of chicks fledged per nest	0.50	0.90

1981, Petersen 1981) so that in 1981 most chicks would have fledged about the beginning of September. In 1980, fledged juveniles were seen around the Nuvuk Islands on 2 September, suggesting that timing of breeding in that year was similar to that observed in 1981. In 1982 peak fledging would have been in mid-September, by which time we had completed our observations.

3.3.2. Breeding success

In 1982, we checked breeding sites from early July onwards, whereas in 1981 we checked them only from late July, just before the start of hatching. This difference may account for the fact that 70% ($N = 20$) of clutches in 1981 were of two eggs, compared with 92% ($N = 52$) in 1982.

Hatching success was surprisingly low: only 56% of eggs hatched in 1981 and 51% in 1982 (Table 18). In 1981, the proportion of chicks fledging (53%) was also rather low, but was significantly higher in 1982 when 92% of chicks fledged ($Chi^2 = 11.81$, $df = 1$, $P < 0.01$). Breeding pairs reared an average of only 0.5 chicks each in 1981, compared to 0.90 in 1982. Actual figures for 1981 may have been even lower, for some nests may have lost their eggs before we examined them.

Black Guillemots, like many other seabirds, are susceptible to human disturbance during the breeding season, but the extent to which disturbance lowers reproductive output varies widely (Cairns 1980, Petersen 1981). Because we conducted no controlled experiments, we cannot evaluate the effects of our disturbance on guillemot breeding, and our figures on reproductive success should be treated with caution.

3.3.3. Chick growth

We measured the wing length and weight of a sample of Black Guillemot chicks at Pitsulak City every 4–5 days until fledging in 1981 and 1982. In 1980 we made no systematic measurements, but weighed 67 chicks once only on Pitsulak City and adjacent islands between 6 and 31 August. We constructed a growth curve for this sample by using the wing length of the chicks to estimate their age (Gaston, in press).

Chicks gained weight steadily until 25 days old when weights began to level off at between 300 and 350 g (Fig. 25). Growth rates were similar in all 3 years. The rate of growth in wing length increased gradually at first, but after 12 days old the rate remained fairly constant until fledging (Fig. 26). No difference ws detectable between 1981 and 1982 in the rate of growth of wing length.

Rates of weight increase at Pitsulak City were higher than those at Prince Leopold Island (Gaston, in press), but slightly lower than those measured in the gulf and estuary of the St. Lawrence (Cairns 1981).

3.3.4. Diet

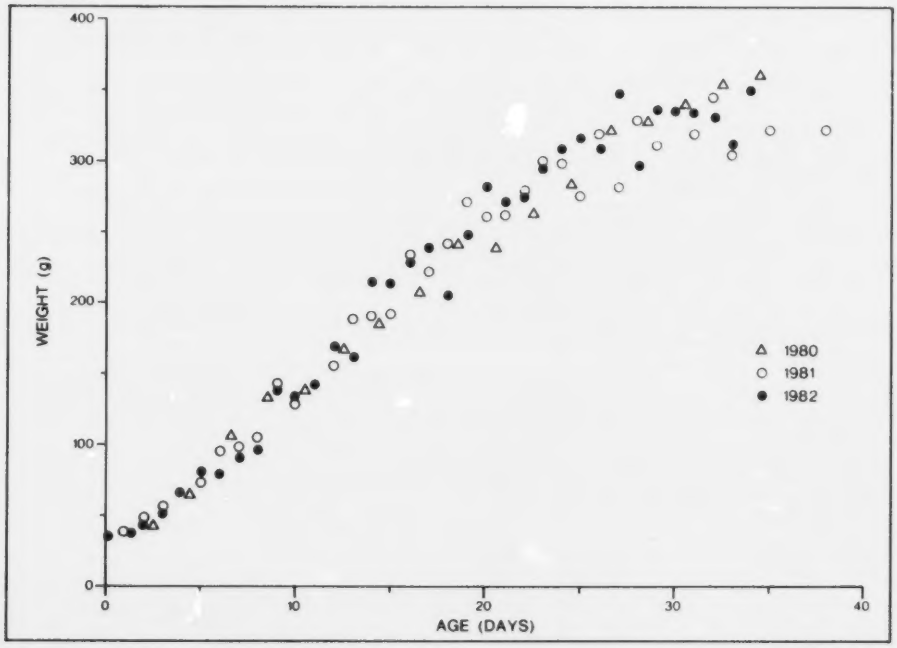
We collected 22 adult Black Guillemots in 1981 and 24 in 1982 to examine what they had been eating. All of these birds were collected well away from our study colony at Pitsulak City to reduce the risk of killing birds belonging to our study population.

In both years fish bones and otoliths were the most common food remains, and the species most commonly identified was the arctic cod (Table 19). Fragmentary remains of crustacea were also present in about half the birds but only a small proportion could be identified. The most common of these were mysids, which were numerous in some stomachs and the predominant food remains in six.

Arctic cod otoliths were not only found in many stomachs, they were also the most numerous items in all the stomachs in which they occurred in 1982 and in most in 1981. Three out of four birds collected at the edge of an ice jam on 3 July 1982 contained only remains of arctic cod, which are particularly associated with ice. We collected most of our 1981 samples in late July and August. If we had made collections earlier, when ice cover was extensive in the area, the preponderance of arctic cod in stomach samples might have been still higher.

We obtained information on the diet of nestling guillemots by picking up fish that were dropped by adults (1981) and by watching the arrival of birds carrying food (1982). Fish being delivered to chicks were held sideways in the bill, gripped just behind the head, so that

Figure 25
Weight increase of Black Guillemot chicks in the Nuvuk Islands area in 1980, 1981, and 1982. Data for 1981 based on 85 measurements of 25 chicks; for 1982, 238 measurements of 44 chicks



the whole body of the fish was visible and could usually be identified unless the bird was too quick at entering its nest site. Most of the 1981 recoveries had been dropped by birds being netted or noosed for banding in 1981, so they should represent an unbiased sample of the food delivered to chicks.

The diet of the chicks was dominated by blennies, particularly the arctic shanny and the four-lined snake blenny, which together constituted 72% ($N = 32$) of the 1981 sample and 78% ($N = 614$) of the 1982 sample. In 1981, arctic cod was also important, making up 13% of recovered items, but in 1982 this constituted only 3% of deliveries and both fish doctor (9%) and sculpins (8%) were more frequent (Table 20).

The importance of blennies in the diet was even greater when the relative weights of different prey species were considered, because the weights of arctic shannies and four-lined snake blennies that we recovered in 1981 averaged 16.7 ± 5.3 g ($N = 17$) and 19.8 ± 6.4 g ($N = 6$), respectively, compared with 5.5 ± 3.0 g ($N = 14$) for arctic cod.

In both years we found that the proportion of four-lined snake blennies in the chicks' diet increased during the course of the season, so that in 1982 almost half the food items delivered in late August were of this species. Arctic cod, on the other hand, were most important early in the season, decreasing thereafter (Fig. 27).

The predominance of blennies in the diet of guillemot chicks at Pitsulak City confirms the importance of these fish, which have been found to form the mainstay of chick diets at numerous locations in the North Atlantic (Winn 1950, Preston 1968, Bergman 1971, Asbirk 1979, Cairns 1981, Petersen 1981). The range of prey items contrasts strongly with the food being delivered at the same time to Thick-billed Murre chicks at Digges Island. The total absence of arctic shannies and four-lined snake blennies from the diet of the murres is presumably associated with their avoidance of shallow water when feeding.

In 1982 and 1983 studies of the ecology of arctic shannies, four-lined snake blennies, and fish doctors were carried out mainly in the sheltered channels between the Nuvuk Islands and the mainland. Observations by divers in this area revealed high populations of blennies, with the same order of abundance as recorded in our studies of guillemot chick feeding (i.e., arctic shannies most numerous, followed by four-lined snake blennies and fish doctors).

3.3.5. Kleptoparasitism by Parasitic Jaegers on Black Guillemots □

We saw Parasitic Jaegers, presumably postbreeding migrants, regularly at the Black Guillemot colonies of the Nuvuk area in the latter part of August 1981 and 7 August – 8 September 1982. The jaegers attempted to

Table 19
Prey remains found in the stomachs of Black Guillemots collected in the Digges Sound area in 1981 and 1982

Prey	No. of stomachs (%)		
	1981 ($N = 22$)	1982 ($N = 24$)	1981 + 1982 ($N = 46$)
Fish			
Arctic cod	13 (59)	11 (46)	24 (52)
Four-lined snake blenny	4 (18)		4 (9)
Arctic shanny	6 (27)	5 (21)	11 (24)
All fish, including unidentified	21 (95)	20 (83)	41 (89)
Crustacea			
Mysidae	5 (23)	5 (21)	10 (22)
Amphipoda	3 (14)	1 (4)	4 (9)
Decapoda	2 (9)		2 (4)
All crustaceans, including unidentified	8 (36)	16 (67)	24 (52)
Polychaeta		8 (33)	8 (17)
Pebbles, snails, plant material		5 (21)	5 (11)

Table 20
Food fed to Black Guillemot chicks at Pitsulak City in 1981 (specimens dropped by incoming adults) and 1982 (identified visually from a blind)

Species	Recoveries in 1981			Deliveries in 1982		
	No.	% total no.	% total wt.	No.	% total no.	% total wt.
Arctic cod	4	13	5	19	3.1	4.4
Sandlance				1	0.2	0.1
Fish doctor	2	6	4	58	9.4	11.2
Four-lined snake blenny	6	19	25	172	27.8	22.1
Arctic shanny	17	53	60	309	50.0	55.9
Daubed shanny	1	3	1			
Sculpins	2	6	5	48	7.8	4.0
Snailfish spp.				9	1.5	2.2
Crustacea				1	0.2	0.1
Squid				1	0.2	0.1
Total identified	32			618		

Figure 26
Growth in wing length of Black Guillemot chicks measured on Pitsulak City in 1981 and 1982. Data for 1981 based on 85 measurements of 25 chicks; for 1982, 238 measurements of 44 chicks

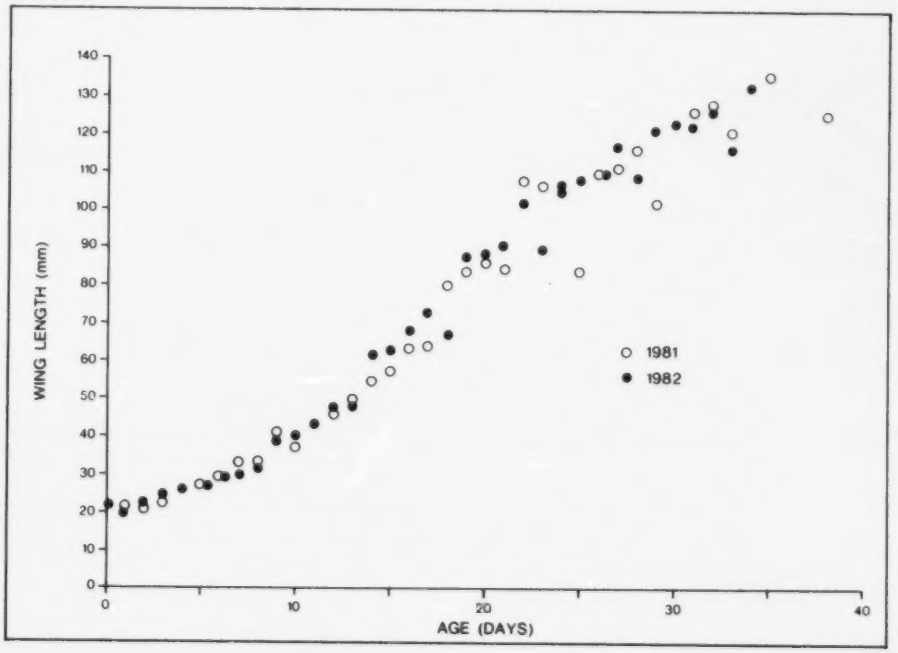
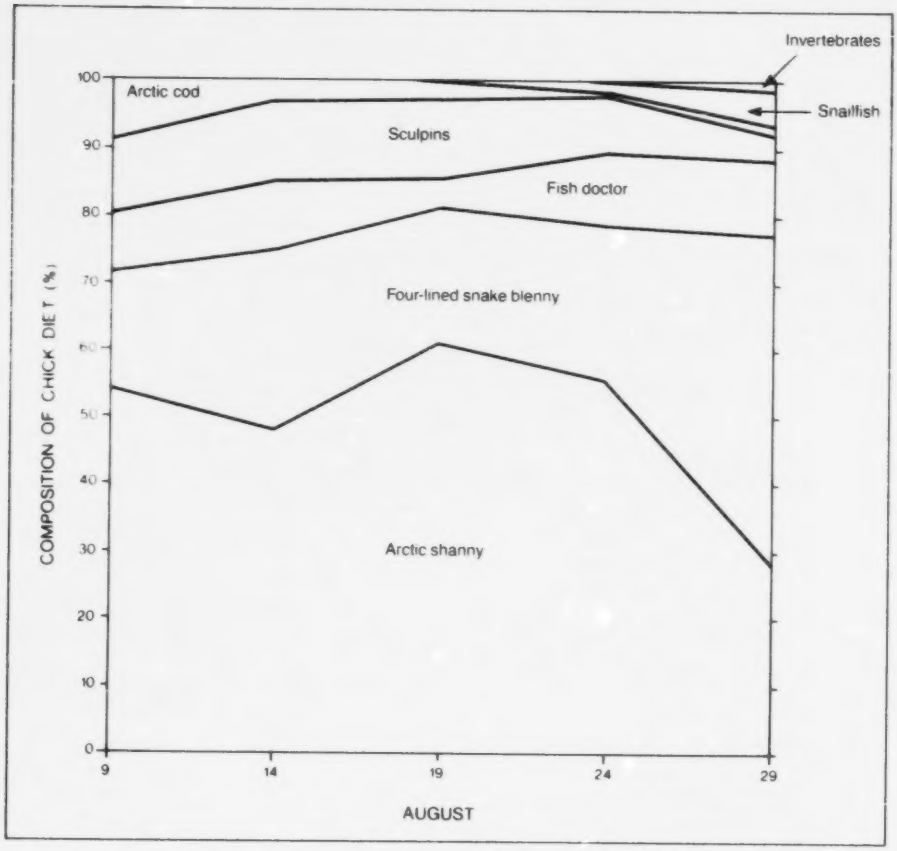


Figure 27
Changes in the proportion of different fish species in the diet of Black Guillemot chicks at Pitsulak City during August 1982 ($N = 507$)



steal fish from the guillemots by overtaking them in flight so that the victim dropped its fish to avoid harassment. The escape tactics of the guillemots were to fly as rapidly as possible or else to descend to the water and dive.

In 1982 we recorded 141 attempts by up to six jaegers to obtain fish from guillemots in 6.5 h of observation. Guillemots dropped their fish in 13 cases, giving the jaegers a success rate of 9%.

On five occasions we witnessed attacks by guillemots on Parasitic Jaegers. In two of these the guillemots lunged at a jaeger which had been sitting on the water, and in the other three the guillemot pursued a flying bird. In all cases the jaeger offered no resistance to the guillemot and rapidly flew away from the scene of the attack.

Using rough estimates of the time spent by jaegers at our observation area on Pitsulak City, we calculate that they stole about 20 fish daily from guillemots there. The area supported more than 50 active guillemot nests, and so the direct effect of jaeger kleptoparasitism was probably small. Nor did the jaegers' presence have the indirect effect of dissuading guillemots from bringing food to the colony: feeding rates rose after the jaegers arrived.

We saw the Parasitic Jaegers in attendance at Pitsulak City pursue passing Thick-billed Murres on several occasions without success, but jaeger kleptoparasitism was never recorded at the murre colonies.

The predators

Gulls and Northern Ravens were common on the murre colony throughout the season. They scavenged the remains of displaced eggs and chicks and of food dropped by murres, and preyed outright on murre eggs and chicks. In 1980 we assessed the amount of predation by ravens on murres. In 1981, and particularly 1982, we studied the importance of murres as a source of food to gulls and Northern Ravens and the probable effect of predation on the reproductive success of the murres.

The other important predators of murres and their eggs and young were Gyrfalcons and red foxes. We estimated the effect of these predators on the murres but our observations for both species were meagre and our estimates depend on several assumptions and approximations.

1. Ravens

1.1. Breeding biology

In 1980 Northern Ravens were seen foraging along the murre colony as soon as we arrived at Digges Island. On 26 June, we counted 16 near the cliffs, some of which were newly fledged young. However, in 1981 and 1982, when nests were found, the earliest dates of fledging recorded were after 5 July (1981, two nests) and 3 July (1982, three nests). These dates indicate that laying had probably taken place between about late April and mid-May (Godfrey 1966).

The three nest sites located in 1982 we believed to be the only active nests on the island. In 1981 site 3 was not occupied and in 1980 it was used by a Rough-legged Hawk. Sites were spread well apart with 3.1 and 3.6 km separating nearest neighbours (Fig. 28). Territorial interactions were observed in 1982, between birds from nests 2 and 3, with the pair from nest 2 apparently claiming the bulk of the murre colony. After fledging, the brood from nest 2 moved to the area of Long Lake, where they roosted on Hawk Cliff. The broods from nest 1, colour-banded in 1981 and 1982, were never seen in the vicinity of the murre cliffs, although they were known to have fledged successfully. Presumably they foraged elsewhere.

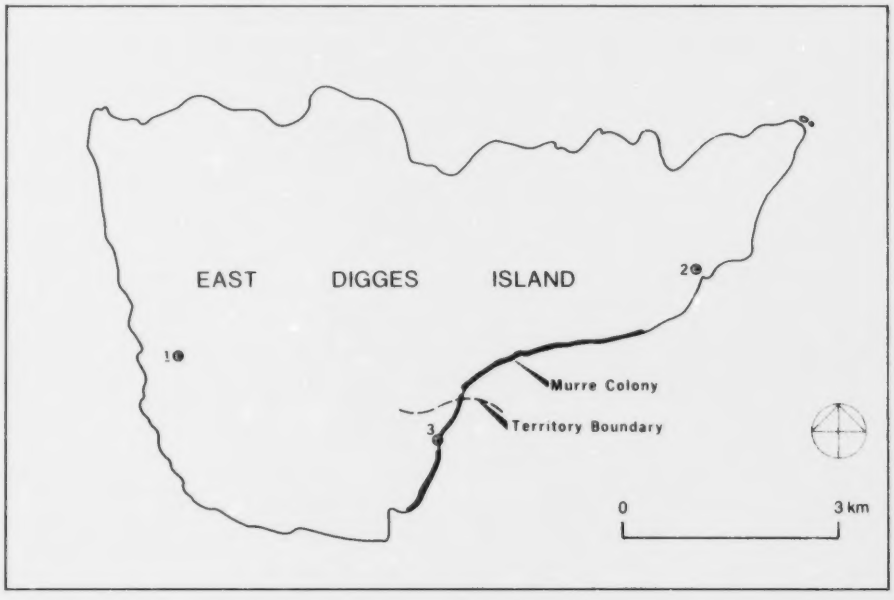
Inspection of pellets found at nest 1 in 1981 and 1982 suggested that these birds fed mainly on lemmings and small birds. Remains of an adult murre were also found nearby. This may have been scavenged, but on one occasion we saw a Northern Raven kill an injured adult murre close to the colony and at other times ravens harassed wounded murres. Several hours of watching in 1981 revealed no sign of murres' eggs being brought to the nest. However, in 1982 our observations suggested that the adult ravens may swallow the contents of the egg and then feed the young from the crop. We saw no signs of whole eggs being swallowed and hence did not expect to see eggshell fragments in the pellets.

A substantial proportion of the food fed to the young of the other two pairs, at least after fledging, consisted of murres' eggs and chicks. Young were fed for at least 3 weeks after fledging, and even more than a month after leaving the nest they appeared inept at obtaining murre eggs or chicks for themselves.

Ravens were most active during the morning in June and July 1982, with rates of predation on murres highest before midday, and practically ceasing after 18:00. In August activity was generally lower, but those predations that did occur took place between 14:00 and 18:00. We saw ravens going to roost in July at between 21:00 and 21:30. They generally left the roost between 04:30 and 05:00, soon after the sun struck their roost-sites on Hawk Cliff (nest 2) or near W (nest 3). This 7-h period of total inactivity was far longer than that of any other species on the islands at that time of year.

In both 1980 and 1982 we found that Northern Raven activity around the colony was greatest soon after the murres began to lay and declined towards the end of the season. In 1980, when all observations were made at D, ravens continued to be present along the cliffs on all watches, but the rate of predation attempts fell from more than three per hour in the first half of July to less than one in August (Fig. 29).

Figure 28
Positions of raven nests on East Digges Island in 1982



However, at least one predation attempt was seen on every watch. Rates of predation were lower in 1982, decreasing from 1.5 per hour to 0.3 per hour and the proportion of 3-h watches on which any predation attempts were seen fell from 78% in late June to only 11% in the second half of August.

During the first half of the season a large proportion of the murres' eggs taken by Northern Ravens were cached, usually by being buried in soft moss within 1 km of the cliff-edge. Out of 84 eggs and chicks taken by ravens, 69 (82%) were cached and only 10 (12%) were eaten immediately.

Some individuals took eggs rapidly when they were caching them: the record was six eggs in less than an hour on 21 June 1982. The time spent by the ravens in obtaining murre eggs was relatively small. It was quite normal to see a raven appear at the cliff-top, perhaps perch for a minute or two on some prominence, then fly to a ledge and obtain an egg within 2–3 min, circle back up the cliff holding the egg in its beak, and fly off inland to cache it. The whole process from arrival to caching frequently took less than 5 min. Although the gulls sometimes pursued the ravens, we only once saw a raven drop an egg. In most cases the ravens ignored the antics of the gulls.

Only six cached eggs were actually found *in situ* because, even when the bird was watched in the act, the spot was almost impossible to identify from a distance of more than a metre or two. Regular checks revealed that all the cached eggs that we managed to find were removed, apparently by the ravens, by 17 August. Hence, ravens probably do not keep their cached eggs for the winter.

1.2. The effect of predation by ravens on the murres

The rate of predation of murres' eggs and chicks was highest in 1980, when the number of successful predations seen during raven watches averaged 1.2 h^{-1} over the entire season (38 h watching). The corresponding figure in 1982 was 0.8 h^{-1} (153 h watching), but all watches in 1980 were made from point D which revealed the highest rate of predation of any of the three sites used in 1982 (Table 21). Hence, the difference between the 2 years was probably smaller than the above figures suggest.

In 1981 preliminary observations suggested that the rate of predation was low, and regular watches were therefore not carried out. The impression that the predation rate was low was borne out by observations at the breeding study plots where, in 1980, four raven predations were seen, but in 1981 none was recorded despite the same amount of time spent watching. The young from nest 2 were colour-marked in 1981 but were seen only once in the vicinity of the murre cliffs, where the same family spent most of its time in 1982. Hence, presumably, the parent ravens exploited some alternative food source in 1981. A possible explanation is that the whole family crossed to the mainland murre colony soon after the young began to fly.

Because watches were made from only one spot in 1980 we could not extrapolate rates of predation to the whole colony. However, a crude extrapolation could be made on the basis of predation attempts seen on breeding study plots, assuming that these could hardly have been missed had they occurred during regular daily watches. We used only plots B, D, and F for this calculation, because at plot A observers sat very close to the plot and might have caused ravens to avoid the area.

Figure 29
Intensity of predation by ravens on Thick-billed Murre eggs and chicks at East Digges Island, in relation to date, 1980 and 1982

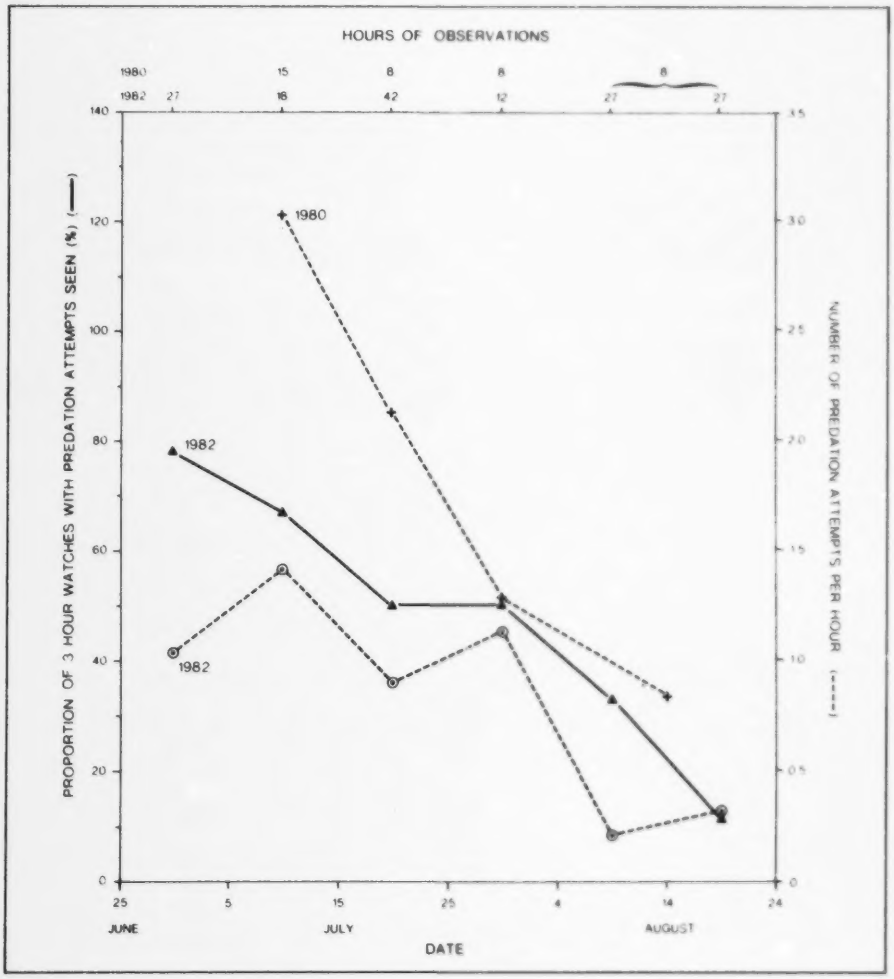


Table 21
Rates of predation by ravens on Thick-billed Murre eggs and chicks, seen from three watch points (see Fig. 7) on East Digges Island in 1982

	Watch points			
	D (pair 2)	V (pair 2)	W (pair 3)	Totals
Observation time, h	51	51	51	153
Successful predations	54	21	48	123
Predation rate (pred. h^{-1})	1.06	0.41	0.94	0.80

Raven with murre's egg, East Digges Island, June 1982

T.L. Jones

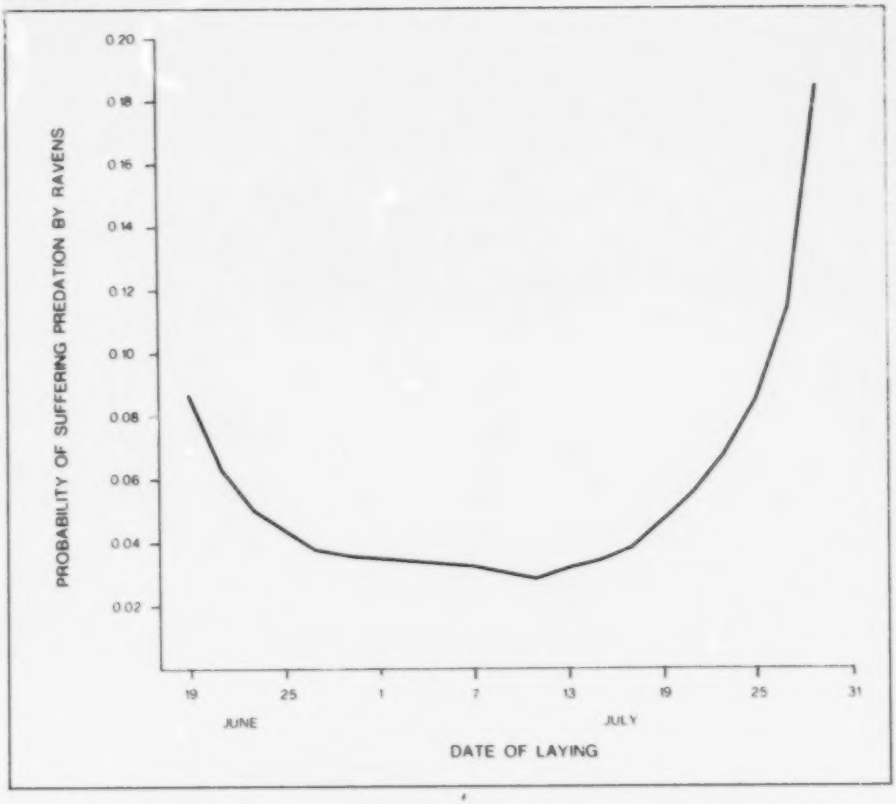
Four successful predations of eggs or chicks were seen in 148 h of watching at plots B, D, and F, where 254 pairs of murres laid eggs. Our watches probably covered about a fifth of the time in which ravens might have preyed on eggs or chicks at these plots and hence we estimate that total losses to ravens were about 20 eggs and chicks: 22% of losses from all causes.

Calculations of predations by ravens in 1982 could be made more accurately. To do this we estimated the proportion of the colony covered by watches from our three observation points by calculating the proportion that these areas represented of our total colony estimate (from the photo count, "The seabirds" section 1.5). We also estimated the proportion of breeding pairs with an egg in each 2-day period by using the known dates of laying and adjusting these by the overall rate of egg-loss calculated from observations on breeding plots (App. 13). From these figures we were able to estimate the number of eggs vulnerable to predation in each 2-day period through the season and compare this with the estimated number taken, based on observed predation rates, to give the average probability of an egg being taken in any 2-day period. We then summed these probabilities over 32-day periods to estimate the overall probability of predation by ravens for eggs laid on different dates (Fig. 30, see App. 14 for details of derivation).

According to this model, eggs laid between 27 June and 17 July had a less than 4% chance of suffering predation by ravens, but probabilities were higher for those laid earlier or later, exceeding 10% for the few eggs laid after 25 July. By 27 June, 53% of eggs had already been laid and, hence, apart from the less than 6% of eggs laid after 17 July, eggs among the earlier half of those laid suffer a higher probability of predation by ravens than those among the latter half.

Ravens preferred eggs to chicks when both were available. From 1 August onwards more chicks were on the colony than eggs, but during August ravens took 14 eggs compared to only 10 chicks. On 23 August, when chicks on the colony outnumbered eggs by 12:1, ravens took five eggs and only three chicks. Some of these late eggs may have been infertile, and birds that had incubated beyond the normal term were generally less attentive, perhaps making their eggs easier targets for ravens. If a high proportion of eggs removed by ravens at the end of the season were infertile this reduces the importance of raven predation to the reproductive success of the murres. In addition, eggs removed early in the season, when raven predation was most intense, were frequently replaced, further reducing the impact of the predation. If we assume that all eggs taken before 1 July were replaced, and 50% of those taken after 15 August were infertile, the total impact of egg predation by ravens amounts to less than 10% of breeding failures by murres.

Figure 30
The probability of predation by ravens on murre eggs during a 32-day incubation period on East Digges Island, according to date laid



2. Gulls

2.1. Predation techniques

Both Glaucous and Iceland Gulls took murre eggs and chicks but predation by Glaucous Gulls made up the bulk of incidents in which the species was identified. During the chick-rearing period Glaucous Gulls constituted 64% ($N = 62$) of gulls judged to be hunting along the cliffs. Examination of remains at nests showed that Glaucous Gulls took more murre eggs and chicks than Iceland Gulls took.

We found it impossible to keep track of the up to eight gulls that might be hunting simultaneously in any watch area and hence we could not estimate rates of predation by gulls by the method used for Northern Ravens. Observations of 29 predation attempts provided information on the techniques used by gulls. To sample typical hunting behaviour we carried out watches of individual gulls, tracking them continuously from the time that they crossed a pre-arranged boundary and entered areas D, V, or W until they landed or left the area. During this period we recorded distance from the cliff-face, height above the sea, frequency of doubling back, and attentiveness to murres (judged by head movements and responses to the distribution of murres).

An average of 25–30 gulls patrolled the cliffs throughout the daylight hours. At any moment from D, V, or W it was possible to see gulls soaring 5–20 m from the cliffs, usually gliding parallel to them, and often doubling back or circling. Gulls judged to be hunting usually flew within 5 m of the cliffs, often following occupied ledges and glancing repeatedly at the murres below. An individual gull might travel more than 1 km along the cliffs without stopping. We saw no attempts by individual gulls to defend feeding territories along the cliffs.

We tracked 600 gulls in systematic watches and estimated that 32% of these were actively looking for food. Altogether we saw 114 gulls make 187 attempts to obtain murre eggs or chicks, ranging from quick swoops to active harassment of murres. Only six resulted in successful predations (three eggs, three chicks).

Gulls were less active than ravens in harassing the murres, depending to a greater extent on eggs left unattended by murres or accidentally dislodged. They showed no preference for eggs once chicks were available and chicks outnumbered eggs by 5:2 among predations seen in August. Gulls did not cache their prey but swallowed eggs and chicks immediately, to avoid pursuit by others, regurgitating some later to their chicks.

Adult and young Glaucous Gulls close to their nest site on plot S2, East Digges Island, August 1982

B. Lyon

2.2. The effect of predation by gulls on the murres

Because we saw relatively few predations by gulls during our systematic watches, our estimates of the numbers of eggs and chicks removed are crude approximations. However, prior to 1 August we saw four predations during an aggregate of 250 min of watching individual birds. Extrapolating this to the entire daylight period (18.5 h) for the average of 28 birds in the air at any one moment suggests a predation rate of approximately 500 eggs chicks per day. Equivalent figures after 1 August based on two predations in 250 min, with an average of 29 birds in the air, and a day-length of 16.5 h yield approximately 230 predations per day.

These figures suggest that gulls may remove as many as 7% of murre eggs (*ca* 20% of those lost) and 8% of chicks hatched (more than observed chick losses at our study sites). Even using the maximum estimate for the breeding population (216 000 pairs) these figures represent 5% of the first eggs and 6% of chicks hatched.

We calculated the numbers of murre eggs and chicks fed to Glaucous Gull chicks at colony S2 from observations of feeding rates. We estimated that the gull chicks received 914 murre eggs and 886 chicks over the entire season (App. 15). If we assume a similar breeding success at other Glaucous Gull nests on the east side of Digges Island to that seen at S2 we can extrapolate the total losses caused by Glaucous Gulls by multiplying the figures by 55.21 (see 1982 counts, Table 5). This indicates a total consumption of 2400 eggs and 2300 chicks, which represents 1.3% of first eggs laid and 2% of chicks hatched. When we consider the murre chicks eaten by the adult gulls, non-breeders, and failed breeders, and smaller numbers eaten by Iceland Gulls, our estimate of overall predation by gulls seems about right.

Hence, gull predation is an important, probably dominant, cause of chick mortality among the Thick-billed Murres breeding on Digges Island. After the murre chicks begin to fledge in large numbers, predation of chicks remaining on the colony probably decreases because many chicks die soon after leaving the cliffs and provide an ample source of food for scavengers.

3. Falcons and foxes

3.1. Falcons

In 1980 and 1982, when Gyrfalcons bred successfully on East Digges Island, they appeared to prey mainly, perhaps entirely, on the murres. We found no other remains in the nest when we visited it in 1980, and murres were the only prey that we saw the Gyrfalcons carrying.

We made no observations on rates of feeding, but the requirements of the adults and chicks can be inferred from their size. Adult

male Gyrfalcons average about 1050 g in weight and females about 1750 g (Cade and Digby 1982). Under normal conditions they would probably not require more than one adult murre per day to feed them (Newton 1979). The nestlings would need less than this until close to fledging and hence the whole season's requirements (100 days) for the family should amount to less than 500 full-grown murres, a fraction of 1% of the total population of Digges Sound.

Casual visits by Peregrine Falcons were recorded in all years and these birds probably took murres, but the total number of days on which peregrines were seen did not exceed 12 days in any 1 year and the impact on the murre population would have been negligible.

3.2. Red fox

Foxes not only fed on adult murres, eggs, and chicks, but also cached them for future consumption. Consequently, we could not estimate the number of murres taken by foxes from their daily energy needs. Only one predation was witnessed: at 22:00 on 30 June 1982, a fox took an incubating murre and an egg from plot S1. The fox seized the murre (a marked female) at the base of the neck and the bird ceased to struggle within a minute. Probably most hunting was done during the night, which accounts for our not seeing more predations. In 1981 four adult murres were brought to the den in Camp Cove in one night. Three murres collected untouched from the den on 1 July proved to be females with well-developed brood patches and oviducts; presumably breeders. Three others, which had been eviscerated, appeared from their bill measurements to be two females and a male.

In 1980 and 1981 a fox killed many half-grown murre chicks on growth plots S1 and T. Many of these were decapitated and left on the ledge. At least 50 were killed on plot T and about 80 on plot S1 in 1980. Following that massacre of chicks at plot S1, few adult murres returned to the plot for the rest of the season. In 1981 about 70 were killed on plot T but only small numbers on plot S1. Both of these plots are on broad ledges easily accessible from the cliff-top. In addition, our scent may have drawn the fox's attention to those areas.

Only a small portion of the area occupied by murres is readily accessible to foxes, but these spots must incur heavy losses in years when foxes are present. However, even taking into account the wasted chicks killed and not cached, and the possibility that many adults, chicks, and eggs were cached, the impact of foxes on the colony as a whole is probably small. During banding we did not encounter any areas where chicks had been killed in the fashion seen at plots S1 and T. If we assume that adults are taken at a rate of two per day during the murres' incubation and chick-rearing periods, then this amounts to about 100 murres and to this we can probably add several hundred eggs and chicks. Like the falcon predation, this is negligible in relation to the total number of murres present.

4. Conclusions

Although predation by some predators could only be measured roughly, we have tried to estimate the impact of predation from all sources on the Thick-billed Murres of East Digges Island (Table 22). If we assume a minimum breeding population of 135 000 pairs of murres this means 270 000 individuals, plus a non-breeding population amounting to about 20% of the breeding population (based on Birkhead and Hudson 1977), giving a total population of about 324 000 birds on East Digges Island. Hence, our estimate of adult mortality from all forms of predation amounts to less than 1% of the population.

Table 22
Impact of predation on the population size and reproductive success of Thick-billed Murres at East Digges Island in 1982

	Numbers taken over one breeding season		
Predator	Full-grown murres	Eggs	Chicks
Raven		6 400	[500]
Gull spp.		11 000	8700
Falcons	500		
Red fox	100	[300]	[600]
All natural predators	600	17 700	9800
Inuit	1500*	2 000†	
Totals	2100	19 700	9800

*Asssuming that 75% adult murres shot locally are from Digges Island.
†Assuming that 80% of eggs taken locally came from East Digges Island.

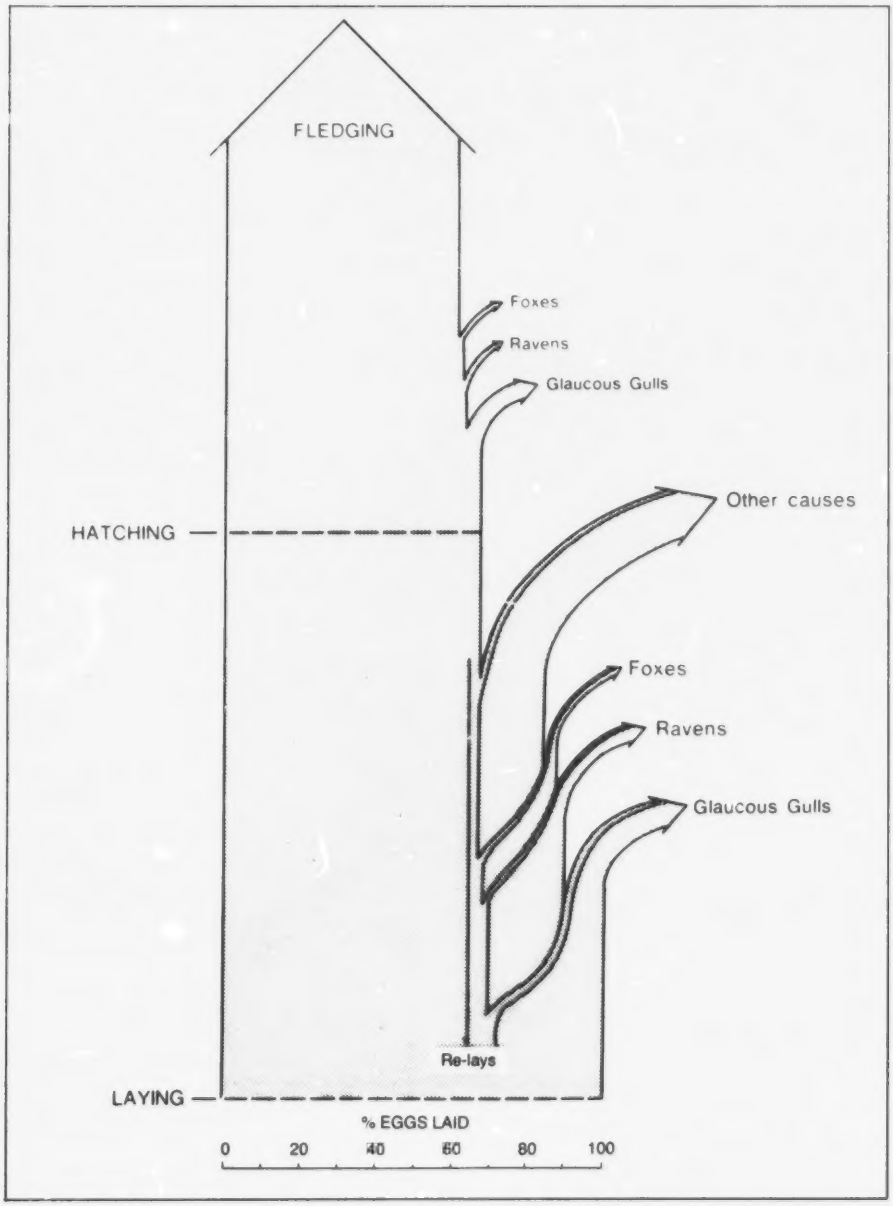
Young Gyrfalcons in the nest, East Digges Island, July 1982

D. Noble

Losses to predators represented 10% of first eggs laid, less than one-third of losses from all causes. Losses of chicks, although only 8% of chicks hatched, were equivalent to the entire losses from all causes at our study plots. Hence, the effect of predation on the reproductive success of the murres is greatest during the chick-rearing period. This may appear surprising, considering that ravens clearly select eggs, but it results from the fact that eggs are much more vulnerable to accidental loss than chicks which can actively cling onto the ledge if displaced by the movements of their parents. Figure 31 summarizes the losses of eggs to all predators except people.

The current level of harvesting by the community at Ivujivik (up to 2000 adults and 2000–3000 eggs) appears well within the limits that the population could sustain. In fact, as most of the eggs taken are replaced, the effect may be smaller than the figures suggest. Provided that harvesting is carried out sensibly, without unnecessary disturbance to the colony, and provided that the population is not subjected to undue mortality on its wintering grounds, there seems to be no reason why such a harvest should not continue indefinitely.

Figure 31
The losses of Thick-billed Murres' eggs to predators (except people) on East Digges Island as a percentage of the breeding population: average of 1980–82



The food web

Transfer of nutrients between land and sea generally proceeds in only one direction. The products of organic processes on land find their way into rivers which carry them eventually to the sea. Transport in the reverse direction is less common, but the activities of breeding seabirds constitute one of the exceptions.

Seabirds introduce organic nutrients into terrestrial ecosystems in several ways:

1. Seabird excreta is deposited on their breeding ledges. After drying out, it is transported inland by strong winds, hence fertilizing the vegetation.
2. Eggs, chicks, and adults eaten or cached by terrestrial predators such as foxes, falcons, and ravens, become incorporated into the terrestrial food web.
3. Food obtained from the sea and brought to the colony, either to feed nestlings, in courtship, or for adult consumption, may be discarded, again being incorporated into the food web of the land.

Our investigations were not sufficiently detailed to allow us to estimate the quantitative effect of these nutrient transfers, but we can describe and summarize the food web surrounding the Thick-billed Murre colony at Digges Island in qualitative terms (Fig. 32).

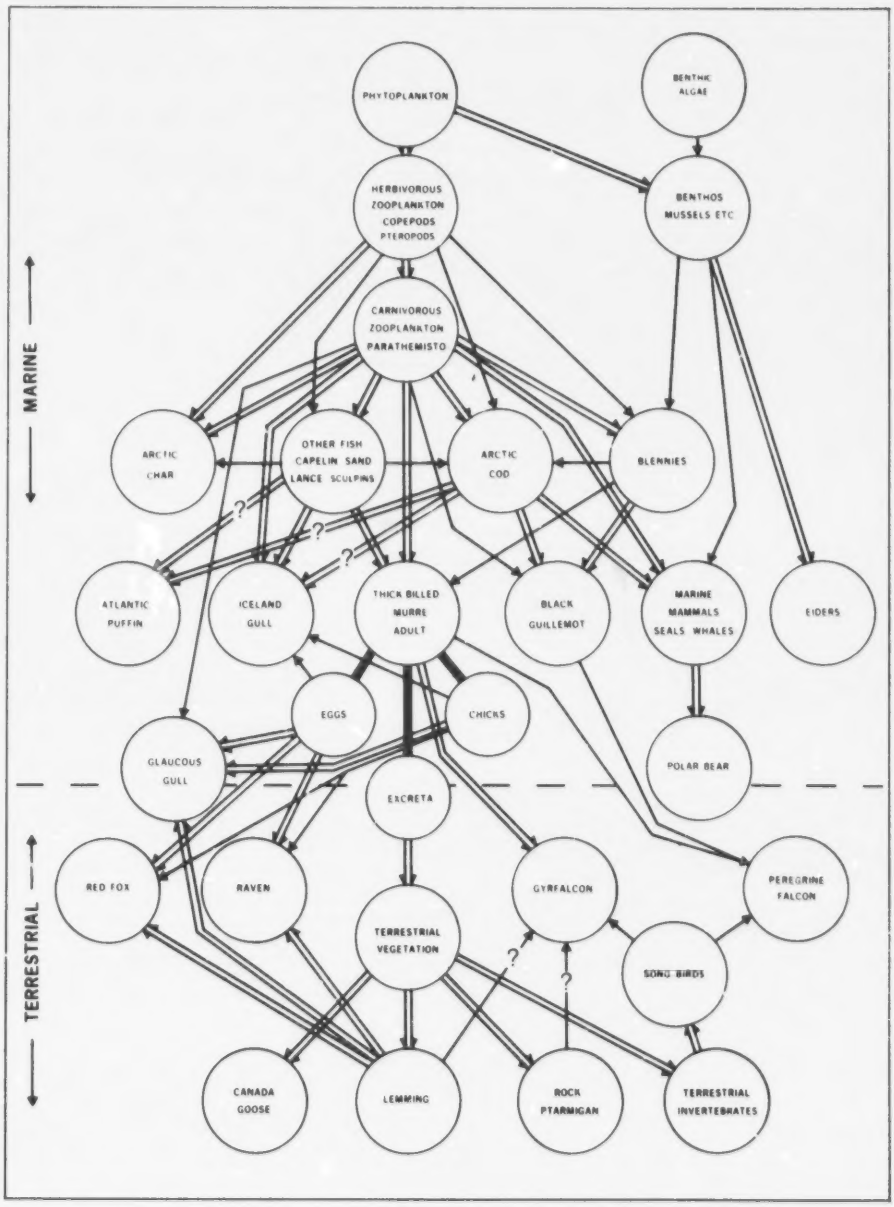
In the marine food chain we can identify six trophic levels:

1. Primary producers: the phytoplankton and large benthic algae.
2. Herbivorous zooplankton: e.g., Copepods, *Limacina*.
3. Carnivorous zooplankton: e.g., *Parathemisto libellula, Sagitta*.
4. Small fish feeding on the larger zooplankton: e.g., arctic cod, capelin, blennies, sandlance.
5. Fish-eating seabirds and marine mammals: e.g., Thick-billed Murre, ringed seal, beluga.
6. Top carnivores: polar bear, Gyrfalcon, Glaucous Gull, and red fox.

The terrestrial food chain is shorter, consisting of only three levels:

1. Primary producers: green plants.
2. Herbivores: e.g., lemmings, geese, and ptarmigan.
3. Carnivores: foxes, ravens, and falcons.

Figure 32
The food web centred on the Thick-billed Murre colony at Digges Sound, showing connections across the marine-terrestrial boundary



An alternative terrestrial chain leads from green plants to terrestrial invertebrate herbivores (Lepidoptera larvae, etc.) to songbirds and perhaps to falcons, although on Digges Island the abundance of murres probably makes songbirds relatively unattractive to falcons and the last link in this food chain may be rarely completed.

The difference in the length of the marine and terrestrial food chains is related to the size of the primary producers. In the sea the organisms comprising the phytoplankton are mainly microscopic so that the herbivores (zooplankton) are also small. These in turn are preyed upon by small carnivores (larger zooplankton and fish), leaving room for two additional layers of top carnivores. On land primary production is mainly carried out by macrophytes which support large herbivores, allowing only a single level of carnivores within the constraints of size in land organisms.

The six-stage marine food chain described above, although normal for marine food chains (Wyatt 1976), is probably not typical of the majority of pathways within the marine food web. Seabirds, for instance, feed partially on the zooplankton community and only a small proportion of seabirds later pass to top carnivores. Many more die in winter far away from Digges Sound and these individuals export nutrients from the marine food web of Digges Sound to that of more southern waters.

The food web at Digges Sound differs from the food webs described by Gaston and Nettleship (1981) and by Bradstreet and Cross (1982) for Lancaster Sound, in the High Arctic, mainly in the greater diversity of fish species and the lower diversity of seabirds and marine mammals. Comparing the fish, arctic cod dominate the food webs in both areas, but other fish such as capelin, sandlance, blennies, and snailfish all form a significant proportion of the diet of seabirds at Digges Sound, unlike the situation in the High Arctic. In contrast, four species of seabirds (Thick-billed Murre, Black Guillemot, Northern Fulmar, and Black-legged Kittiwake) form an important element in the pelagic food web of Lancaster Sound, whereas that of Digges Sound is totally dominated by the Thick-billed Murre with a small number of Black Guillemots and gulls also present.

Among marine mammals, Hudson Strait supports ringed and bearded seals, small numbers of harp seals and beluga, at least for part of the year, and small numbers of bowhead whales. In contrast, Lancaster Sound is visited by much larger numbers of harp seals in summer and the whale community is augmented by large numbers of narwhal.

This anomalous situation, with a greater species diversity at lower trophic levels being associated with a lower diversity at higher trophic levels, seems to contradict normal predictions of species diversity relationships and the pyramid of numbers (Elton 1927, Whittaker 1970, Colinvaux 1973). Whatever the cause, the same situation applies throughout Hudson Strait, with relatively few seabirds other than Thick-billed Murres being seen in the strait except at the extreme eastern end (Gaston 1982*b*).

The aggregation of Thick-billed Murres at Digges Sound and the north colony at Akpatok Island are larger than any of the colonies on Lancaster Sound, where murre foraging areas are also used by substantial numbers of Black-legged Kittiwakes and Northern Fulmars. One possible explanation of the difference in species diversity is that competition with the other seabird species in Lancaster Sound limits the population of Thick-billed Murres, whereas in Hudson Strait the murres are free to completely monopolize the available resources. Although competition from other seabird species may be affecting populations of Thick-billed Murres in Lancaster Sound, it hardly seems likely that the murres exclude their competitors from Hudson Strait. To explain the absence of Northern Fulmars and Black-legged Kittiwakes from Hudson Strait, we may have to resort to historical factors operating at the time when seabirds recolonized the eastern Canadian Arctic following the last glacial period. It is hard to believe that an area such as Digges Sound, supporting more than a quarter of a million Thick-billed Murres, could not support a single pair of Black-legged Kittiwakes, a species associated with all Thick-billed Murre colonies in the High Arctic. We are forced to the conclusion that the current seabird community in Hudson Strait is incomplete and that, given time, we can expect it to diversify. The small numbers of Atlantic Puffins and Razorbills which occur at Digges Sound, and which possibly constitute recent immigrations, may represent such incipient diversification.

Thick-billed Murres over Digges Sound

A. Gaston

Literature cited

Anderson, J.T.; Roff, J.C. 1980. Seston ecology of the surface waters of Hudson Bay. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:2242–2253.

Anon. 1974. The national atlas of Canada. MacMillan (Canada) and Dep. Energy, Mines and Resour., Ottawa. 254 pp.

Anon. 1979. Sailing directions Labrador and Hudson Bay, 4th Ed. Dep. Supply and Serv. Ottawa. 423 pp.

Anon. 1982. Canadian tide and current tables 1983. Vol. 4 Arctic and Hudson Bay. Dep. Fish. and Oceans, Ottawa.

Asbirk, S. 1979. The adaptive significance of the reproductive pattern in the Black Guillemot, *Cepphus grylle*. Vidensk. Meddr. Dansk. Naturh. Foren. 141:29–80.

Barber, F. 1968. The water and ice of Hudson Bay. Part I. The water. Pages 287–318 *in* Beals, C.S., ed. Science, history and Hudson Bay. Vol. 1. Dep. Energy, Mines and Resour., Ottawa.

Bergman, G. 1971. Grylleisten *Cepphus grylle* in einem Randgebiet: Nahrung, Brutresultat, Tagesrhythmus und Ansiedlung. Commentat. Biol. 42:1–26.

Birkhead, T.R.; Hudson, P.J. 1977. Population parameters for the Common Guillemot, *Uria aalge*. Ornis Scand. 8:145–154.

Birkhead, T.R.; Nettleship, D.N. 1980. Census methods for murres, *Uria* spp.: a unified approach. Can. Wildl. Serv. Occas. Pap. No. 43. 25 pp.

Birkhead, T.R.; Nettleship, D. N. 1981. Reproductive biology of Thick-billed Murres (*Uria lomvia*): an inter-colony comparison. Auk 98:258–269.

Bradstreet, M.S.W. 1980. Thick-billed Murres and Black Guillemots in the Barrow Strait area, N.W.T., during spring: diets and food availability along ice edges. Can. J. Zool. 58:2120–2140.

Bradstreet, M.S.W. 1982. Occurrence, habitat use and behaviour of seabirds, marine mammals and arctic cod at the Pond Inlet ice edge. Arctic 35:28–40.

Bradstreet, M.S.W.; Cross, W.E. 1982. Trophic relationships at high arctic ice edges. Arctic 35:1–12.

Brown, R.G.B.; Nettleship, D.N.; Germain, P.; Tull, C.E.; Davis, T. 1975. Atlas of Eastern Canadian Seabirds. Can. Wildl. Serv., Ottawa. 220 pp.

Bursa, A.S. 1961. Phytoplankton of the "Calanus" expedition in Hudson Bay, 1953 and 1954. J. Fish. Res. Board Can. 18:51–83.

Bursa, A.S. 1968. Marine life; marine plants. Pages 343–351 *in* Beals, C. S., ed. Science, history and Hudson Bay. Dep. Energy, Mines and Resour., Ottawa.

Cade, T.J.; Digby, R.D. 1982. The falcons of the world. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY. 188 pp.

Cairns, D.K. 1979. Censusing hole-nesting auks by visual counts. Bird-banding 50:358–364.

Cairns, D.K. 1980. Nesting density, habitat structure and human disturbance as factors in Black Guillemot reproduction. Wilson Bull. 92:352–361.

Cairns, D.K. 1981. Breeding, feeding and chick growth of the Black Guillemot (*Cepphus grylle*) in southern Quebec. Can. Field-Nat. 95:312–318.

Colinvaux, P.A. 1973. Introduction to ecology. Wiley Int., NY. 621 pp.

Craig, P.C.; Griffiths, W.B.; Haldorson, L.; McElderry, H. 1982. Ecological studies of Arctic Cod (*Boreogadus saida*) in Beaufort Sea coastal waters. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:395–406.

Cramp, S.; Simmons, K.E.L. 1983. The Birds of the Western Palaearctic. Vol. 3. Oxford Univ. Press, Oxford.

Dunbar, M.J. 1951. Resources of arctic and sub-arctic seas. Trans. R. Soc. Can., 3rd Ser., Sect. V. 45:61–67.

Dunbar, M.J. 1958. Physical oceanographic results of the "Calanus" expeditions in Ungava Bay, Frobisher Bay, Cumberland Sound, Hudson Strait and northern Hudson Bay. J. Fish. Res. Board Can. 15:155–201.

Dunbar, M.J. 1964. Serial atlas of the marine environment. Folio 6. Euphausiids and pelagic amphipods: distribution in north Atlantic and Arctic waters. Am. Geogr. Soc., NY.

Dunbar, M.J. 1972. The nature and definition of the marine subarctic, with a note on the sea-life area of the Atlantic Salmon. Trans. R. Soc. Can. 4th Ser. 10:249–257.

Dunbar, M.J.; Moore, D.M. 1980. Marine life and its environment in the Canadian eastern arctic: a biogeographic study. Mar. Sci. Cent., McGill Univ. manuscr. Rep. No. 33. 119 pp.

Elton, C.S. 1927. Animal ecology. Sidgewick and Jackson, London. 209 pp.

Fisher, J. 1952. The Fulmar. Collins, London.

Freuchen P.; Salomonsen, F. 1958. The arctic year. Putnam, NY. 438 pp.

Gaston, A.J. 1982*a*. Migration of juvenile Thick-billed Murres through Hudson Strait in 1980. Can. Field-Nat. 96:30–34.

Gaston, A.J. 1982. On the seabirds of northern Hudson Bay. Nat. can. 109:895–903.

Gaston, A.J. (In press). Development of the young. *In* Birkhead, T.R.; Nettleship, D.M., eds. The Atlantic Alcidae. Academic Press, London.

Gaston, A.J.; Chapdelaine, G.; Noble, D.G. 1983*a*. The growth of Thick-billed Murre chicks at colonies in Hudson Strait: inter- and intra-colony variation. Can. J. Zool. 61:2465–2475.

Gaston, A.J.; Malone, M. 1980. Range extension of Atlantic Puffin and Razorbill in Hudson Strait. Can. Field-Nat. 94:328–329.

Gaston, A.J.; Nettleship, D.N. 1981. The Thick-billed Murres of Prince Leopold Island. Can. Wildl. Serv. Monogr. No. 6. 351 pp.

Gaston, A. J.; Noble, D.G.; Purdy, M.A.. 1983*b*. Monitoring breeding biology parameters for murres *Uria* spp.: levels of accuracy and sources of bias. J. Field Ornithol. 54:275–282.

Gaston, A. J.; Smith, G.E.J. 1984. The interpretation of aerial surveys for seabirds: some effects of behaviour. Can. Wildl. Serv. Occas. Pap. No. 53. 29 pp.

Godfrey, W.E. 1966. The birds of Canada. Natl. Mus. Can., Ottawa. 428 pp.

Grainger, E.H. 1968. Invertebrate animals. Pages 351–360 *in* Beals, C.S., ed. Science, history and Hudson Bay. Dep. Energy, Mines and Resour., Ottawa.

Grainger, E.H. 1979. Primary production in Frobisher Bay, Arctic Canada. Pages 9–30 *in* Dunbar, M.J., ed. Marine production mechanisms. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Grainger, E. H. 1982. Factors affecting phytoplankton stocks and primary productivity at the Belcher Islands, Hudson Bay. Nat. Can. 109:787–791.

Hunter, J.G. 1968. Fishes and fisheries. Pages 360–378 *in* Beals, C.S., ed. Science, history and Hudson Bay. Dep. Energy, Mines and Resour., Ottawa.

Huntsman, A.G. 1954. Production of life in Hudson Bay. Pages 25–29 *in* Oceanogr. Sess. Trans. R. Soc. Can. 48.

Larnder, M.M. 1968. The water and ice of Hudson Bay. Part II. The ice. Pages 318–341 *in* Beals, C.S., ed. Science, history and Hudson Bay. Dep. Energy, Mines and Resour., Ottawa.

Lloyd, C.S. 1975. Timing and frequency of census counts on cliff-nesting auks. Br. Birds 68:507–513.

Lowry, L.F.; Burns, J.J. 1980. Foods utilized by bowhead whales near Barter Island, Alaska, autumn 1979. Mar. Fish. Rev. Sept.–Oct.:88–91.

Lowry, L.F.; Frost, K.J.; Burns, J.J. 1980. Variability in the diet of Ringed Seals, *Phoca hispida*, in Alaska. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:2254–2261.

Mansfield, A.W. 1968. Seals and walruses. Pages 378–387 *in* Beals, C.S., ed. Science, history and Hudson Bay. Vol. 1. Dep. Energy, Mines and Resour., Ottawa.

Markham, C.R. 1881. The Voyages of William Baffin. Hakluyt Soc. London.

Maxwell, J.B. 1981. Climatic regions of the Canadian arctic islands. Arctic 34:225–240.

McLaren, I.A. 1958. The biology of the Ringed Seal (*Phoca hispida* Schreber) in the eastern Canadian arctic. Bull. Fish. Res. Board Can. 118. 97 pp.

McLaren, P. 1982. Spring migration and habitat use by seabirds in eastern Lancaster Sound and western Baffin Bay. Arctic 35:80–111.

Mitchell, E.D.; Reeves, R.R. 1982. Factors affecting abundance of bowhead whales *Balaena mysticetus* in the eastern arctic of North America, 1915–1980. Biol. Conserv. 22:59–78.

Morgan, K.R.; Paganelli, C.V.; Rahn, H. 1978. Egg weight loss and nest humidity during incubation in two Alaska gulls. Condor 80:272–275.

Neatby, L.H. 1968. History of Hudson Bay. Pages 69–125 *in* Beals, C.S., ed. Science, history and Hudson Bay. Dep. Energy, Mines and Resour., Ottawa.

Nettleship, D.N.; Gaston, A.J. 1978. Patterns of pelagic distribution of seabirds in western Lancaster Sound and Barrow Strait, Northwest Territories, in August and September 1976. Can. Wildl. Serv. Occas. Pap. No. 39. 40 pp.

Newton, I. 1979. Population ecology of raptors. T. and A.D. Poyser, Berkhamstead, UK. 399 pp.

Petersen, A. 1981. Breeding biology and feeding ecology of Black Guillemots. D. Phil. thesis, Oxford Univ.

Porsild, A.E.; Cody, W.I. 1980. Vascular plants of continental Northwest Territories, Canada. Natl. Mus. Can., Ottawa. 607 pp.

Preston, W.C. 1968. Breeding ecology and social behaviour of the Black Guillemot, *Cepphus grylle*. Ph.D. thesis, Univ. of Michigan. 138 pp.

Prickett, A. 1611. Description of Digges Island. Pages 98–135 *in* Asher, G.M., ed. Henry Hudson the Navigator. The Hakluyt Society, London, 1860.

Ronald, K.; Dougan, K.L. 1982. The ice lover: biology of the Harp Seal (*Phoca groenlandica*). Science 215:928–933.

Salomonsen, F. 1972. Zoogeographical and ecological problems in arctic birds. Proc. Int. Ornithol. Congr. 15:25–77.

Smith, N.G. 1966. Evolution of some arctic gulls (*Larus*): an experimental study of isolating mechanisms. Am. Ornithol. Union, Monogr. No. 4. 99 pp.

Smith, T.G. 1980. Polar bear predation on ringed and bearded seals in the land-fast sea ice habitat. Can. J. Zool. 58:2201–2209.

Smith, T.G. 1981. Notes on the Bearded Seal, *Erignathus barbatus*, in the Canadian arctic. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1042. 49 pp.

Spaans, A.L. 1971. On the feeding ecology of the Herring Gull *Larus argentatus* Pont. in the northern part of the Netherlands. Ardea 59:73–81.

Stirling, I.; Archibald, W.R. 1977. Aspects of polar bear predation. J. Fish. Res. Board Can. 34:1126–1129.

Sutton, G.M. 1932. The exploration of Southampton Island, Hudson Bay, Part II, Section 2, The Birds of Southampton Island. Mem. Carnegie Mus. No 12. 275 pp.

Taylor, W.E., Jr. 1960. Archaeological work, Ivujivik and Mansel Island, 1959. Arct. Circle 13:1–4.

Taylor, W.E., Jr. 1962. Pre-dorset occupations at Ivugivik in northwest Ungava. Arct. Inst. of N. Am., Tech. Pap. No. 11:80–91.

Taylor, W.E., Jr. 1968. Eskimos of the north and east shores. Pages 1–26 *in* Beals, C.S., ed. Science, history and Hudson Bay. Dep. Energy, Mines and Resour., Ottawa.

Todd, W.E.C. 1963. The birds of the Labrador Peninsula and adjacent areas. Univ. Toronto Press, Toronto.

Tuck, L.M. 1955. The murre colonies of Digges Sound, Hudson Strait. Can. Wildl. Serv., manuscr. Rep. 16 pp. + 14 plates.

Tuck, L.M. 1961. The Murres. Can. Wildl. Serv., Monogr. No. 1. 260 pp.

Watson, L. 1981. Sea guide to whales of the world. Neilson, Scarborough, Ont. 302 pp.

Whittaker, R.H. 1970. Communities and ecosystems. MacMillan, NY. 162 pp.

Winn, H.E. 1950. The Black Guillemots of Kent Island, Bay of Fundy. Auk 67:477–485.

Wyatt, T. 1976. Food chains in the sea. Pages 341–358 *in* Walsh, J.J., ed. The ecology of the seas. Blackwells, Oxford.

Appendices

Appendix 1
Status and scientific names of birds and mammals recorded at Digges Sound, with notes on species not otherwise covered in the text

Birds

Common Loon, *Gavia immer*
Uncommon, a possible breeder on inland lakes. Breeding plumage adults seen on a lake south of Nuvuk Harbour, 15 August 1980 (4), and at Nuvuk Is., 31 July 1982 (1). Carcasses of adults shot by Inuit were found at Ivujivik, 19 July 1980, and Sugluk, 4 August 1980.

Yellow-billed Loon, *Gavia adamsii*
An adult in breeding plumage was observed flying by E. Digges Is., 9 August 1982 (yellow bill clearly seen). This species may breed in the Melville Pen., the nearest part of its breeding range to Digges Sound (Godfrey 1966).

Arctic Loon, *Gavia arctica*
Uncommon breeder on W. Digges and Nuvuk Is. and probably on the mainland. Adults with young were present at a pond on Nuvuk Is. in August 1981 and 1982 and a young bird, about half the size of the adults, was present on 25 August 1982. Up to six were seen around Nuvuk Is. in July and August 1982. Three adults were displaying on a lake near Digges Harbour, W. Digges Is., 14 July 1982. Few sightings on E. Digges Is.

Red-throated Loon, *Gavia stellata*
Uncommon breeder on small lakes and ponds of the Digges Is. and probably the mainland. A pair at E. Digges Is. were displaying, 13 June, occupying a pond 17 June and had two young there by 26 July 1982. An adult and 2–3-week-old juvenile were on a pond at Port de Laperrière, W. Digges Is., 28 August 1982. Fairly common around Nuvuk Harbour with daily counts of 3–4 throughout July and August 1982.

Northern Fulmar, *Fulmarus glacialis*
Rare visitor. In 1981 a light phase bird was seen on 17 and 20 August swooping near the murre cliffs of E. Digges Is. as if prospecting. Light phase birds were seen in Digges Sound on five dates in August and September 1982.

Canada Goose, *Branta canadensis*

Bar-headed Goose, *Anser indicus*
One shot by Inuit hunters on W. Digges Is. in July 1981 and examined by camp members. The bird was moulting, apparently flightless, and was with a large flock of moulting Canada Geese when killed. This bird, native to Tibet and west China, had presumably escaped from captivity somewhere in North America.

Snow Goose, *Chen caerulescens*
Recorded on passage in June and late August. In 1982 large numbers were seen during 12–18 June and the first autumn migrants appeared on 27 August. Sixty-four per cent of spring migrants in 1982 were blue phase.

Black Duck, *Anas rubripes*
A flock of 105 was seen at Port de Laperrière, W. Digges Is., 28 August 1982. This species has been collected at Cape Dorset, Baffin Is., and Todd (1963) mentions records on the east coast of Hudson Bay as far north as Povungnituk.

Pintail, *Anas acuta*
Small numbers seen in July 1980 and June and July 1982, but no evidence of breeding was found.

Oldsquaw, *Clangula hyemalis*
Frequently seen at Port de Laperrière, W. Digges Is., where a female appeared to have a nest, 17 July 1980. Small numbers were usually present in Ivujivik and Nuvuk Harbours during summer. The highest recorded count was of 50 birds on 26 June 1981, near Nuvuk Is.

Harlequin Duck, *Histrionicus histrionicus*
A male was seen near Gingi Is., 4 km south of Nuvuk Is., 28 June 1982.

Common Eider, *Somateria mollissima*

King Eider, *Somateria spectabilis*

Red-breasted Merganser, *Mergus serrator*
Two nests of this bird were found during searches of Black Guillemot nesting islands. One at Pitsulak City near Nuvuk Is. had three eggs, 24 July 1981. Individuals were often seen in the area of Nuvuk Harbour.

Rough-legged Hawk, *Buteo lagopus*

Golden Eagle, *Aquila chrysaetos*
Three sightings, probably of the same individual, were made of a subadult at E. Digges Is., 19 June, 29 June, and 26 August 1982. This bird has occurred at Sugluk, 150 km to the west of Digges Sound (Todd 1963).

Gyrfalcon, *Falco rusticolus*

Peregrine Falcon, *Falco peregrinus*

Merlin, *Falco columbarius*
One seen at Ivujivik, 1 September 1980.

Rock Ptarmigan, *Lagopus mutus*
Fairly rare on Digges Is.: we saw one all-white male, 21 June 1981; two birds, 29 June 1981; and a female with a half-grown chick, 10 August 1982. Droppings were found on W. Digges Is. and several of the small islands in Digges Sound. Probably much more common on the mainland where several were seen and heard in August 1979 inland of the seabird cliffs.

Sandhill Crane, *Grus canadensis*
One flying northward over E. Digges Is., 15 June 1982.

Sora, *Porzana carolina*
A bird killed by a child in Ivujivik was obtained on 3 July 1980.

Semipalmated Plover, *Charadrius semipalmatus*
A nest with four starred eggs was found at Sugluk, 18 July 1980. Two pairs at W. Digges Is. acted as if nests were nearby, 17 July 1980, as did a bird observed at E. Digges Is., 6 July 1981. Another individual gave distraction displays, 20 July 1982, at E. Digges Is. Frequently seen on the Nuvuk Islands where a pair with two young was seen in July 1981.

Lesser Golden Plover, *Pluvialis dominica*
Observed on 21 August 1979 at Akpa Cove, and one frequented E. Digges Is., 6–14 August 1982.

Ruddy Turnstone, *Arenaria interpres*
Small numbers of migrants were recorded in August, but no evidence of nesting was observed.

Whimbrel, *Numenius phaeopus*
One record of two individuals at Nuvuk Is., 16 July 1981.

Purple Sandpiper, *Calidris maritima*
An adult with two young was observed on an island south of W. Digges Is , 18 July 1980. Small numbers of this species were often observed on the islets between the Digges Is. and the mainland.

White-rumped Sandpiper, *Calidris fuscicollis*
A common migrant in August with a maximum of 100 being recorded at Port de Laperrière on 28 August 1982.

Semipalmated Sandpiper, *Calidris pusilla*
A nest was found on 18 July 1980 at Port de Laperrière, W. Digges Is. Small numbers were present throughout the summer around Nuvuk Harbour. The highest count was of 50 near Nuvuk Is. on 30 August 1982.

Red Phalarope, *Phalaropus fulicaria*
Most birds of this species seen at Digges Sound were migrating in June (100s on 12–13 June 1982) with almost no July sightings and just a few sightings of individuals in winter plumage in August.

Appendix 1 *cont'd*
Status and scientific names of birds and mammals recorded at Digges Sound, with notes on species not otherwise covered in the text

Pomarine Jaeger, *Stercorarius pomarinus*
Singles seen in Digges Sound on 29 August 1980, 23–24 June, 4 July, and 5 August 1982.

Parasitic Jaeger, *Stercorarius parasiticus*

Long-tailed Jaeger, *Stercorarius longicaudus*
This species was present at sea in fair numbers in all years. They appeared to be the most common in August 1982 with 22 in view from Pitsulak City (west of Nuvuk Is.) on 1 August 1982 during onshore winds. According to Inuit nests locally on inland tundra.

Glaucous Gull, *Larus hyperboreus*
Iceland (Kumlien's) Gull, *Larus glaucoides kumlieni*

Iceland (Thayer's) Gull, *Larus glaucoides thayeri*
Several Thayer's phenotype gulls in adult summer plumage frequented the murre cliffs of E. Digges Is., 1980–82. One was paired with an adult Kumlien's Gull at a nest at E. Digges Is., 26 July 1980. A first summer individual was observed, 14 July 1982 at Cape Digges, E. Digges Is.

Great Black-backed Gull, *Larus marinus*
A first summer bird was observed at Port de Laperrière, W. Digges Is., 28 August 1982.

Lesser Black-backed Gull, *Larus fuscus*
Two sightings of a bird in first summer plumage, perhaps the same individual, were made on 26 June and 22 August 1982, at E. Digges Is.

Herring Gull, *Larus argentatus*

Sabine's Gull, *Xema sabini*
The only records were in 1982 when four adults were seen flying near Pitsulak City (off Nuvuk Is.) on 14 June, and an immature alighted briefly on the same island on 29 August.

Arctic Tern, *Sterna paradisaea*

Razorbill, *Alca torda*

Thick-billed Murre, *Uria lomvia*

Dovekie, *Alle alle*
Two records in Digges Sound, both of birds in summer plumage: 8 July 1981, 14 July 1982.

Black Guillemot, *Cepphus grylle*

Atlantic Puffin, *Fratercula arctica*

Snowy Owl, *Nyctea scandiaca*
One record on 12 June 1982, near Pitsulak City.

Black Swift, *Cypseloides niger*
One individual was observed for 30 minutes and photographed at E. Digges Is., 9 August 1980. This record of the Black Swift is remarkable because, apart from a record in Illinois, there are no others for northeastern North America.

Chimney Swift, *Chaetura pelagica*
One seen on 24–25 August 1980.

Eastern Kingbird, *Tyrannus tyrannus*
One in immature plumage (dusky throat) observed in a boggy area on E. Digges Is. on 29 June 1982.

Horned Lark, *Eremophila alpestris*
Although seen in much smaller numbers than the other two common passerines, Snow Bunting and Water Pipit, we found evidence of breeding in several localities. Adults with young were seen at Sugluk, 1 August 1980, and on E. Digges Is., 10 August 1982. A nest with four very small young was found at Port de Laperrière, W. Digges Is., 11 July 1980. This species is most often found in areas of dry tundra.

Tree Swallow, *Tachycineta bicolor*
One adult bird at E. Digges Is. on 18 July 1981.

Barn Swallow, *Hirundo rustica*
A bird was present at E. Digges Is. on 19 July 1980, and another during 18–27 July 1981. In 1982 individuals were seen at E. Digges Is. on 22 June and in Ivujivik on 4 August.

Northern Raven, *Corvus corax*

Northern Wheatear, *Oenanthe oenanthe*
A pair with young was seen, 1 August 1981, in a valley southeast of Ivujivik. One individual was observed at E. Digges Is. on 27 June 1981.

Water Pipit, *Anthus spinoletta*

Yellow-rumped (Myrtle) Warbler, *Dendroica coronata*
An adult female was observed on 22–23 June 1982, above the murre cliffs at E. Digges Is.

Common Redpoll, *Carduelis flammea*
Seen at Sugluk, 1 August 1980, and at E. Digges Is., 16 and 21 June 1982.

Pine Siskin, *Carduelis pinus*
One bird was seen at E. Digges Is. on 30 August 1980.

Savannah Sparrow, *Passerculus sandwichensis*
Although breeding was confirmed for Sugluk, where adults with young were seen, 1 August 1980, this species appears to be a non-breeding visitor to the Digges Sound region. Two individuals were observed at E. Digges Is., 23–24 August 1982.

Dark-eyed Junco, *Junco hyemalis*
As with the White-crowned Sparrow, most records of this species were at E. Digges Is. where several singing males were present in June and July of 1980, 1981, and 1982. No evidence of breeding was seen.

White-crowned Sparrow, *Zonotrichia leucophrys*
Most sightings were of singing males at E. Digges Is. In 1982, three to four males sang through June and July on the rocky tundra of E. Digges Is. Several individuals in juvenile plumage appeared, during 16–25 August. Because no nests or adults feeding young were found, breeding is not confirmed, but the presence of the juveniles does suggest breeding nearby. A singing male was observed at Sugluk, 4 August 1980.

Lapland Longspur, *Calcarius lapponicus*
A nest of this species with four eggs was found at Sugluk on 1 July 1980, and another at Ice Harbour on 4 July 1980. Although common in early June and again in late August at E. Digges Is., this species was not found to summer or nest there.

Snow Bunting, *Plectrophenax nivalis*

Mammals

Arctic hare, *Lepus arcticus*

Labrador collared lemming, *Dicrostonyx hudsonius*

Arctic fox, *Alopex lagopus*

Red fox, *Vulpes vulpes*

Polar bear, *Ursus maritimus*

Ermine, *Mustela erminea*
Several sightings in 1983, when predation by ermines was believed to have caused desertion of a number of Black Guillemot nests (Cairns, in prep.).

Walrus, *Odobenus rosmarus*
Not recorded at Digges Sound but several hundred observed off the west coast of Nottingham Is. on aerial surveys in September 1980.

Ringed seal, *Phoca hispida*

Harp seal, *Phoca groenlandica*

Bearded seal, *Erignathus barbatus*

Caribou, *Rangifer tarandus*

Beluga, *Delphinapterus leucas*

Narwhal, *Monodon monoceros*

Bowhead whale, *Balaena mysticetus*

Appendix 2
Vascular plants collected in the Digges Sound region during 1980–82. All identifications provided by J.M. Gillette of the National Museums of Canada except those marked (*) which were supplied by D.E. Swales of MacDonald College, Montreal

Polypodiaceae
Cystopteris fragilis
*Woodsia glabella**

Equisetaceae
Equisetum arvense

Lycopodiaceae
Lycopodium selago

Graminae
*Agropyron latiglume**
Alopecurus alpinus
Arctagrostis latifolia
Calamagrostis canadensis
Dupontia Fischeri
Elymus arenarius
Hierochloe alpina
H. odorata
Poa alpina
P. arctica
Trisetum spicatum

Cyperaceae
*Carex Bigelowii**
C. membranacea
C. misandra
C. norvegica
C. Saxatilis
C. scirpoidea
C. stans
Eriophorum augustifolium
*E. callitrix**
*E. Scheuchzeri**

Juncaceae
Juncus castaneus
Luzula confusa
*L. nivalis**
L. Wahlenbergii
L. spadicea

Salicaceae
Salix arctica
S. arctophila
S. cordifolia
S. herbacea
S. reticulata

Polygonaceae
Oxyria digyna
Polygonum viviparum

Caryophyllaceae
Cerastium alpinum
C. cerastioides
Melandrium affine
M. apetalum
Minuartia biflora
M. rubella
Silene acaulis
S. uralensis
S. involucrata
Stellaria humifusa (Dome Is.)
S. longipes

Ranunculaceae
*Anemone parviflora**
*Ranunculus lapponicus**
R. nivalis
R. pedatifidus
R. pygmaeus
R. sulphureus

Papaveraceae
Papaver radicatum

Cruciferae
Arabis alpina
Cardamine pratensis
Cochlearia officinalis
Draba alpina
D. cinera Only record from Northern Ungava Pen.
D. glabella
D. lactea
D. nivalis
D. oblongata Only Quebec record
Eutrema Edwardsii

Saxifragaceae
Chrysosplenium tetrandrum
Saxifraga aizoides
S. caespitosa
S. cernua
S. foliolosa
S. hirculus
S. nivalis
S. oppositifolia
S. rivularis
S. tenuis
S. tricuspidata

Rosaceae
Dryas integrifolia
Potentilla hyparctica
P. palustris (Nuvuk Harbour)
Rubus chamaemorus

Leguminosae
Astragalus alpinus
Oxytropis Maydelliana

Empetraceae
Empetrum nigrum

Onagraceae
Epilobium angustifolium (Nuvuk Harbour)
E. latifolium

Haloragaceae
Hippuris vulgaris

Pyrolaceae
Pyrola grandiflora

Ericaceae
Arctostaphylos alpina
Cassiope tetragona (Ivujivik)
Ledum decumbens
Vaccinium uliginosum
V. vitis-idaea

Plumbaginaceae
Armeria maritima

Boraginaceae
Mertensia maritima (Nuvuk Island)

Scrophulariaceae
Euphrasia arctica
Pedicularis capitata (Only Quebec record)
P. flammea
P. hirsuta
P. lanata
*P. lapponica**

Campanulaceae
Campanula uniflora

Compositae
Antennaria angustata
A. canescens
Arnica alpina
*Chrysanthemum arcticum** (Nuvuk Harbour)
Erigeron humilis
Matricaria ambigua (W. Digges Is., Nuvuk Is.)
Taraxacum lacerum
T. lapponicum

109 species

Appendix 3
Conversion factors (K-ratios) used to convert counts of gulls at their breeding colonies to numbers of breeding pairs. Counts were carried out at colony S2 on Digges Island between 11:00 and 17:00 EST on 27 days between 27 June and 31 August 1982. Twenty-one pairs of Glaucous Gulls were believed to have laid on the colony and another three sites were attended by pairs which apparently did not attempt to lay eggs. To calculate conversion factors we have lumped daily counts by half-monthly periods

Date	Mean count	SD	N (counts)	95% confidence limits	K (pairs/count)	95% confidence limits
27–30 June	30.25	3.30	4	21.06–39.43	0.69	0.53–1.00
1–15 July	30.75	4.74	8	19.79–41.71	0.68	0.50–1.06
16–31 July	28.50	3.87	4	17.73–39.27	0.74	0.53–1.18
1–15 August	26.20	3.70	5	16.69–35.71	0.80	0.59–1.26
16–31 August	18.33	3.72	6	9.21–27.45	1.15	0.76–2.28

Appendix 4
Comparison of photo and ground counts for murres at East Digges Island. A and B are the number of breeding pairs derived from photo and ground counts, respectively. K is the proportion of breeding pairs to birds present

Plot	Photo count	Date	K	Est. (A)	Ground count	Date	K	Est. (B)	B/A
R	114	3 July 1982	0.68	78	162*	—	0.68	110*	1.41
R	68	30 July 1980	0.72	49	153*	—	0.72	110*	2.25
S1	86	3 July 1982	0.68	58	147*	—	0.68	100*	1.71
S1	44	30 July 1980	0.72	32	139*	—	0.72	100*	3.16
F1	32	30 July 1980	0.72	23	164	30 July 1980‡	0.72	118	5.13‡
DC 1–3	343	30 July 1980	0.72	247	723	15 July 1982	0.84	607	2.46
BC 1	23	30 July 1980	0.72	17	315	12 July 1982	0.68	214	12.60‡
BC 4	20	30 July 1980	0.72	14	93	17 July 1982	0.87	81	5.78‡
B	41	30 July 1980	0.72	30	111	30 July 1980‡	0.72	80	2.67
D	22	30 July 1980	0.72	16	84	30 July 1980‡	0.72	60	3.75
E	93	30 July 1980	0.72	67	157	30 July 1980‡	0.72	113	1.69
G	56	30 July 1980	0.72	40	95	30 July 1980‡	0.72	68	1.71
H	38	30 July 1980	0.72	27	127	30 July 1980‡	0.72	91	3.37
A1, A2	77	30 July 1980	0.72	55	224	30 July 1980‡	0.72	161	2.93
HC 1–3	208	30 July 1980	0.72	150	632	19 July 1982	0.62	392	2.61
DC 4,7,8	308	30 July 1980	0.72	274	930	16 July 1982	0.73	678	2.48
DC 10	72	30 July 1980	0.72	52	138	19 July 1982	0.62	86	1.65

*Breeding pairs derived from egg counts; ground count estimated from K-ratio.
†Count simultaneous with photo.
‡Excluded from photo count – ground count comparison because areas were poorly lit or out of focus on the photograph.

Appendix 5
Variation in hourly counts, conversion factors (K-ratio) for estimating breeding populations, and estimated errors of population estimates for Black Guillemots at Pitsulak City. Based on total (land + water) counts made at F Cove between 25 June and 22 August 1982. Counts made during darkness and when cove was filled with ice are not included

Time	Birds in attendance $\bar{x}$	SD	CV	n_c*	n_d†	K-ratio‡	Estimated % error§ $N_d=1$	$N_d=2$	$N_d=5$	$N_d=10$
24:00–02:00	101.2	70.1	0.69	6	2	0.87	298	211	133	94
03:00–05:00	88.2	62.2	0.70	9	4	1.00	196	138	88	62
06:00–08:00	103.7	40.1	0.39	19	7	0.85	91	65	41	29
09:00–11:00	75.1	54.3	0.72	17	9	1.17	161	114	72	51
12:00–14:00	20.8	26.3	1.27	17	7	4.23	299	211	134	95
15:00–17:00	13.4	11.2	0.84	19	8	6.57	193	136	86	61
18:00–20:00	57.9	39.7	0.69	20	10	1.52	153	108	68	48
21:00–23:00	103.0	43.4	0.42	15	8	0.85	97	69	43	31

*n_c = number of counts.
†n_d = number of days on which counts were made.
‡K = number of breeding pairs divided by the mean of the counts based on 88 pairs breeding in the area.
§Estimated % error (95% confidence limits) = $[(SD/N_d)/\bar{x}] \times t_{0.05(n_d)}$, where N_d = number of days on which counts will be made (after Lloyd 1975).

Appendix 6
Counts of Glaucous and Iceland Gulls on or near the Digges Island murre colony in 1982. Two counts were made on each date, at 14:00 and 14:30 EST

	Viewing point*				Loafing areas		
Date	D	V	W	U	Long L.	Delta L.	Totals
19 June	14,11	33,31	17,20	23,29	0,0	4,0	91,91
2 July	18,18	37,34	23,26	57,47	41,46	1,0	175,171
12 July	16,27	39,35	27,27	38,50	56,38	15,14	191,191
23 July	16,17	38,40	28,37	31,40	58,30	0,0	161,164
2 August	26,28	37,36	26,28	56,54	13,17	1,0	159,163
10 August	8,8	27,32	36,36	41,46	55,42	1,0	158,164
23 August	14,18	21,26	41,45	18	78,43	0,0	172,150

*Locations of viewing points are shown in Figure 7.

Appendix 7
Dimensions of eggs measured at Digges Sound

	Length, mm		Breadth, mm		
Species	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	N
Glaucous Gull	75.47	2.28	52.21	1.60	39
Iceland Gull	67.27	2.58	47.88	1.77	103
Black Guillemot	58.45	2.01	39.63	1.11	229

Appendix 8
Rates of feeding of Glaucous Gull broods and chicks at colony S2, East Digges Island in 1982

Date	Duration, h (Σt)	Total feeds, (F)	Duration × broods $\Sigma(t \times N_b)$	Duration × chicks $\Sigma(t \times N_c)$	Daylight, h (D)	Feeds brood^{-1} day^{-1} $FD/\Sigma(tN_b)$	Feeds chick^{-1} day^{-1} $FD/\Sigma(tN_c)$
7–15 July	12.5	47	160.5	331	21	6.15	2.85
16–31 July	13.5	75	155.0	288.5	20	9.68	4.58
1–15 August	11.0	41	118.0	213	18	6.25	2.79
16–20 August	6.0	24	51.0	91	17	8.01	3.36

(cont'd next page)

Appendix 9(*a*)
Growth data for Thick-billed Murre chicks on plot R, Digges Island: weight in relation to age

Age, days	1980			1981			1982		
	$\bar{x}$, g	SD	*N*	$\bar{x}$, g	SD	*N*	$\bar{x}$, g	SD	*N*
1	74.77	5.93	13	71.50	7.33	4	68.50	0.71	2
2	79.74	8.70	42	74.87	7.49	39	79.53	9.11	55
3	86.00	9.87	14	87.73	10.44	11	92.56	9.92	32
4	92.13	13.51	46	94.37	11.43	16	103.00	2.83	2
5	99.12	19.80	17	98.85	16.91	27	100.97	15.28	39
6	106.72	16.78	46	107.92	16.53	12	120.00	12.08	41
7	113.80	16.33	15	111.59	14.05	22	121.33	15.76	6
8	118.74	16.80	46	115.20	19.60	25	121.93	25.28	31
9	124.27	20.88	22	127.33	22.01	6	144.67	15.01	39
10	127.65	18.25	46	123.25	16.68	32	132.20	13.77	10
11	137.90	22.06	10	127.20	10.59	15	128.80	21.89	20
12	136.70	20.18	46	138.60	15.41	10	154.53	16.24	36
13	139.60	28.95	15	129.30	20.84	27	149.72	13.96	18
14	143.13	23.48	46	131.54	14.09	13	136.50	30.45	8
15	139.81	19.01	16	149.22	22.16	9	163.45	18.37	20
16	146.52	25.59	42	136.97	23.13	29	155.90	19.95	31
17	157.80	28.05	10	137.87	15.59	8	163.85	17.72	20
18	152.15	24.02	39	145.92	15.84	13	167.50	26.67	4
19	159.12	28.46	16	150.05	17.79	20	152.04	20.46	27
20	154.45	22.51	29	144.06	14.55	16	172.00	20.42	30
21	152.12	16.98	8	144.75	8.28	12	152.60	10.78	5
22	154.89	27.43	19	142.91	12.27	11	158.26	18.73	19
23	163.33	25.95	6	148.73	14.76	15	167.85	17.22	13
24	140.50	11.09	4	145.21	17.06	15	163.50	2.12	2

Appendix 9(*b*)
Growth data for Thick-billed Murre chicks on plot R, Digges Island: wing length in relation to age

Age, days	1980			1981			1982		
	$\bar{x}$, mm	SD	*N*	$\bar{x}$, mm	SD	*N*	$\bar{x}$, mm	SD	*N*
1	25.81	1.11	16	24.75	0.96	4	24.50	0.71	2
2	26.45	1.00	33	26.20	0.86	39	25.27	1.22	55
3	28.33	1.37	18	27.64	1.03	11	28.18	0.92	33
4	28.86	1.21	22	29.25	1.24	16	28.50	0.71	2
5	30.79	1.55	19	29.71	1.67	28	28.69	1.49	39
6	32.07	3.10	27	30.09	2.21	11	31.36	1.53	39
7	33.24	2.31	17	31.96	1.77	23	32.17	1.83	6
8	35.43	4.55	14	32.87	2.59	24	32.32	2.69	31
9	38.00	4.72	22	36.17	5.95	6	35.82	2.81	40
10	39.31	4.29	13	36.03	3.79	31	36.50	4.53	10
11	42.30	5.25	10	36.27	4.68	15	37.38	4.53	21
12	46.21	7.26	14	41.90	3.11	10	43.47	4.33	36
13	51.40	4.90	15	42.54	4.93	26	43.22	5.26	18
14	53.17	5.91	12	43.77	6.04	13	47.25	8.21	8
15	53.56	6.21	16	50.89	4.46	9	50.84	4.30	19
16	58.00	6.18	15	50.28	5.54	29	51.31	6.04	32
17	62.64	5.28	11	49.75	9.32	8	58.20	3.85	20
18	63.45	6.17	11	55.46	4.41	13	57.25	5.31	4
19	66.87	6.75	16	58.95	7.47	21	58.11	7.19	27
20	69.33	5.41	9	61.00	3.78	15	65.87	4.99	30
21	65.50	5.53	8	60.83	4.61	12	62.20	5.93	5
22	72.30	6.45	10	62.00	6.53	11	63.10	5.80	19
23	77.83	5.56	6	68.87	4.39	16	69.92	4.01	13
24	68.00	7.00	3	68.93	4.87	14	69.00	2.83	2

Appendix 10
Comparison of Thick-billed Murre chick growth at Digges Island and Prince Leopold Island

	Digges Island (plot R)									Prince Leopold Island (plot S)*								
	1980			1981			1982			1975			1976			1977		
	$\bar{x}$	SD	*N*	$\bar{x}$	SD	*N*	$\bar{x}$	SD	*N*	$\bar{x}$	SD	*N*	$\bar{x}$	SD	*N*	$\bar{x}$	SD	*N*
Weight at 2 days, g	78.9	8.3	38	75.4	7.6	43	79.5	8.9	57	72.1	5.7	17	75.3	7.6	27	70.8	9.0	25
Weight at 14 days, g	143.2	23.7	46	134.0	19.2	53	153.1	18.9	55	182.4	23.7	27	174.5	20.7	28	199.6	28.9	25
Wing length at 14 days, mm	52.6	5.5	46	45.1	5.0	53	47.3	5.2	75	55.1	6.0	27	52.9	4.8	28	56.1	5.7	22
Weight at fledging, g	156.9	23.0	44	148.4	16.3	53	161.8	23.7	75	195.7	16.9	27	209.0	21.8	28	215.8	26.3	25
Maximum weight, g	161.8	24.5	44	152.6	19.6	53	167.9	22.2	75	199.1	20.6	27	211.6	18.8	28	221.5	28.0	25
Wing length at fledging, mm	69.8	10.0	44	68.0	8.3	53	64.3	8.5	75	70.8	7.9	24	73.9	5.7	22	71.6	7.1	19
Age at fledging, days	21.9	3.0	44	24.6	3.0	53	21.9	3.0	75	20.5	3.0	27	22.6	2.3	28	19.2	2.7	25

*Data from Gaston and Nettleship (1981).

Appendix 11
Site occupancy in relation to laying and breeding success between the median date of laying and the start of fledging in 1980 and 1981

	Percentage of days on which site was occupied					
	≤50	51–60	61–70	71–80	81–90	>90
1980						
Egg hatched					2	198
Egg lost before date of first fledging	1	1	4	9	20	68
No egg recorded	33	9	14	15	13	6
Totals	34	10	18	24	35	272
1981						
Egg hatched					17	274
Egg lost before date of first hatching	4	3	10	12	31	56
No egg recorded	57	12	16	8	6	10
Totals	61	15	26	20	54	340

Use of 80% occupancy as a criterion for laying would, in 1980, have included 19 sites where no eggs were known to have been laid and excluded 15 where eggs were laid (error rate 34/393 = 8.7%). Corresponding figures for 1981 were 16 and 29 (error rate 45/516 = 8.7%).

Appendix 12
Calculations of total wet weight of food represented by remains in murre stomachs, 1980 and 1981

Organism	Mean length, mm	Mean weight, g A	Number, % B	A × B	Proportion by weight, %
1980					
Arctic cod	120	10.60	1.5	15.9	22.1
Sandlance	75	1.13	10.6	12.0	16.7
Capelin	100	4.00	1.2	4.8	6.7
Snailfish	?	5.00	0.2	1.0	1.4
Fish doctor	180	13.00	1.1	14.3	19.9
Sculpins	100	7.00	1.1	7.7	10.7
Other	?	[1.00]*	5.2	5.2	7.2
Parathemisto	28	0.17	21.3	3.6	5.0
Mysids	25	0.07	53.6	3.7	5.1
Ischyrocerus	[20]	[0.10]	1.0	0.1	0.1
Squid	[60]	3.00	0.9	2.7	3.7
Annelids	50	[0.50]	1.4	0.7	1.0
1981					
Arctic cod	95	6.30	15.1	143.4	64.0
Sandlance	?	[1.00]	11.1	11.1	5.0
Capelin	100	4.00	0.7	2.8	1.2
Sea snails	?	[5.00]	5.5	27.5	12.3
Fish doctor	180	13.00	0.2	2.6	1.2
Sculpins	100	7.00	2.9	20.3	9.1
Other		[1.00]	3.6	3.6	1.6
Parathemisto	28	0.17	37.9	6.4	2.9
Mysids	25	0.07	14.9	1.0	0.5
Ischyrocerus	—	[0.10]	0.3	—	0
Squid	—	[3.00]	0.7	2.1	0.9
Annelids	—	[0.50]	6.3	3.1	1.4

*Estimates in brackets were based on other similar organisms of the same size, or on rough estimates based on measurements outside the range of our reference material.

(cont'd next page)

Appendix 13
Method used in estimating the availability of Thick-billed Murre eggs and chicks at East Digges Island in 1982 and tabulated estimates

Our method of estimating the timing of laying was based on the density of 425 eggs weighed and measured between 24 June and 27 July, using the regression of egg density on time from laying derived previously (Gaston *et al.* 1983*b*). Egg losses were estimated at 30% based on observations made in 1980 and 1981 and were assumed to occur randomly with respect to date of laying and time since laying, giving a rate of 1.1% day^{-1}. The incubation period was assumed to be 32 days (Gaston and Nettleship 1983).

We assumed that the first 16.7% of eggs lost were replaced, based on observations for 1980–81, and that the interval between loss and relaying was 14 days (Gaston and Nettleship 1983). We estimated total first eggs laid as the difference between the total eggs laid and the estimated number of replacement eggs.

We estimated chick mortality prior to fledging at 6%, based on figures for 1980 and 1981, and assumed that it occurred randomly in relation to age and date of hatching. Mean age at fledging was 21 days, hence we estimated rate of loss as 0.5%·day^{-1}. We observed and recorded the proportion of chicks fledging in relation to date.

Numbers of eggs and chicks present at a given date (Table 1) were estimated by iterative calculations:

$$E_{i+1} = 0.989\ (L_{i+1} + E_i)$$

where E_i is the number of eggs present on day "i", L_{i+1} is the number of eggs laid the next day, and E_{i+1} is the number of eggs present on day i + 1. After the start of hatching

$$E_{i+1} = 0.989\ (E_i - H_{i+1})$$

where H_{i+1} is the number of eggs hatching on the next day.

Similarly, $C_{i+1} = 0.995\ (H_{i+1} + C_i)$

and $C_{i+1} = 0.995\ (C_i - F_{i+1} + H_{i+1})$

where F_{i+1} is the number of chicks fledging the next day.

Table 1
Thick-billed Murre eggs and chicks present at East Digges Island in 1982. The total first eggs was 387, the total of chicks hatched was 252

	Eggs					Chicks	
Period	First laid	Lost	Relaid	Present (E)	Hatched	Fledged	Total
20 June	43	1.10		41.90			
21–22 June	33	1.95		72.95			
23–24	58	3.40		127.55			
25–26	70	5.15		192.40			
27–28	43	6.11		229.29			
29–30	32	6.78		254.51			
1–2 July	18	7.07		265.44			
3–4	6.90	7.10	1.10	267.44			
5–6	9.05	7.20	1.95	273.19			
7–8	9.60	7.36	3.40	282.23			
9–10	13.85	7.64	5.15	298.74			
11–12	18.89	7.77	6.11	315.97			
13–14	11.22	8.21	6.78	325.76			
15–16	10.93	8.47	7.07	335.29			
17–18	6.65	8.72	2.35	335.57			
19–20	3.00	8.72		329.85			
21–22		8.59		321.26			
23–24		8.35		284.96	27.95		27.81
25–26		7.20		256.31	21.45		49.01
27–28		6.66		211.95	37.70		86.28
29–30		5.01		161.44	45.50		131.12
31–1 August		4.20		129.29	27.95		158.27
2–3		3.36		105.13	20.80		178.18
4–5		2.73		90.70	11.70		188.93
6–7		2.36		83.14	5.20		193.16
8–9		2.16		73.83	7.15		199.31
10–11		1.92		63.46	8.45		206.72
12–13		1.65		49.46	12.35		217.97
14–15		1.29		36.47	11.70		227.49
16–17		0.95		23.82	11.70		236.92
18–19		0.62		17.35	5.85		240.40
20–21		0.45		14	3	59.98	181.06
22–23		0.36		11	3	33.77	148.44
24–25				8	3	12.35	137.61
26–27				5	3	15.37	123.86
28–29				2	3	50.65	74.97
30–31				0	2	15.37	60.85

Appendix 14
Calculation of the probability of ravens preying on Thick-billed Murre eggs according to date laid

Input parameters
1. Eggs present, estimated by 2-day periods (E, from App. 13)
2. Number of hours watching (H) from each watch point (Table 1)
3. Number of breeding pairs (N) visible from each watch point (Table 1)
4. Number of eggs seen being taken (R) by ravens (Table 1)
5. Length of the daily activity period (A) for ravens (Table 1)

Table 1
Observations of ravens preying on murre eggs.
Figure 7 shows the locations of watch points D, V, and W

Dates	Hours watching (H) from each watch point			Breeding pairs (N) visible from each watch point			Eggs taken (R)	Activity period (A)
	D	V	W	D	V	W		
27–30 June	9	6	6	12 000	29 120	16 480	33	16
1–10 July	6	6	6	12 000	29 120	16 480	28	16
11–20 July	12	12	12	12 000	29 120	16 480	23	16
21 July–4 August	9	12	9	12 000	29 120	16 480	20	15
5–19 August	9	9	12	12 000	29 120	16 480	8	14
20–29 August	6	6	6	12 000	29 120	16 480	5	13

The probability of an egg being taken in any 2-day period (P_2) was then calculated from the following formula:

$$P_2 = \frac{774\,R\,A}{E[(H_d N_d) + (H_v N_v) + (H_w N_w)]} \quad (1)$$

Hence, the probability of an egg being taken during the normal 32-day incubation period (P_{32}) can be estimated by summing the values of P_2 over the period concerned, starting with the date of laying as follows:

$$P_{32} = \sum_{i=1}^{16} P_2 \quad (2)$$

Appendix 15
Estimates of numbers of Thick-billed Murres' eggs and chicks fed to the chicks of Glaucous Gulls at plot S2

Period	Days (D)	Day-length (L)	Active nests (N)	Observation time, h (T)	Watch intensity ($W = \Sigma N t_i$)*	Fed to chicks		Feeding rate (Nest^{-1}h^{-1})†		Total delivered‡	
						Eggs (e)	Chicks (c)	Eggs (r_e)	Chicks(r_c)	Eggs(D_e)	Chicks(D_c)
1–15 July	15	20	13	12.5	160.5	11	0	0.068	0	265	0
16–31 July	16	19	12	12.5	155.0	27	3	0.174	0.019	635	69
1–15 August	15	18	11	11.0	118.0	0	25	0	0.212	0	630
16–20 August	5	17	8	6.0	51.0	1	14	0.020	0.275	14	187

*t_i = Observation time on day i ($T = \Sigma t_i$).
†$r_e = e/W$; $r_c = c/W$.
‡$D_e = r_e DLN$; $Dc = r_c DLN$.

Other Publications in the Report Series

No. 1
Whooping Crane population dynamics on the nesting grounds, Wood Buffalo National Park, Northwest Territories, Canada by N.S. Novakowski
Cat. No. R65-8/1, Price 50¢, Publ. 1966.
No. 2
Bionomics of the Sandhill Crane by W.J.D. Stephen
Cat. No. R65-8/2, Price 75¢. Publ. 1967.
No. 3
The breeding biology of Ross' Goose in the Perry River region, Northwest Territories by J.P. Ryder
Cat. No. R65-8/3, Price 75¢. Publ. 1967.
No. 4
Behaviour and the regulation of numbers in Blue Grouse by J.F. Bendell and P.W. Elliott
Cat. No. R65-8/4, Price $1.00. Publ. 1967.
No. 5
Denning habits of the polar bear (*Ursus maritimus* Phipps) by C.R. Harington
Cat. No. R65-8/5, Price 50¢. Publ. 1968.
No. 6
Saskatoon wetlands seminar
Cat. No. R65-8/6, Price $5.25. Publ. 1969.
No. 7
Histoire naturelle du Gode, *Alca torda* L., dans le golfe Saint-Laurent, province de Québec, Canada par J. Bédard
Cat. No. R65-8/7, Price $1.25. Publ. 1969.
No. 8
The dynamics of Canadian arctic fox populations by A.H. Macpherson
Cat. No. R65-8/8, Price $1.00. Publ. 1969.
No. 9
Population estimates and distribution of barren-ground caribou in Mackenzie District, N.W.T., Saskatchewan and Alberta — March to May, 1967 by D.C. Thomas
Cat. No. R65-8/9, Price $1.00. Publ. 1969.
No. 10
The mammals of Jasper National Park, Alberta by J.D. Soper
Cat. No. R65-8/10, Price $2.50. Publ. 1970.
No. 11
Causes and implications of an observed sex differential in the survival of wapiti by D.R. Flook
Cat. No. R65-8/11, Price $1.25. Publ. 1970.
No. 12
Breeding biology of California and Ring-billed gulls: a study of ecological adaptations to the inland habitat by K. Vermeer
Cat. No. R65-8/12, Price $1.25. Publ. 1970.
No. 13
Geographical variation in the polar bear (*Ursus maritimus* Phipps) by T.H. Manning
Cat. No. R65-8/13, Price $1.00. Publ. 1971.
No. 14
Studies of bird hazards to aircraft
Cat. No. R65-8/14, Price $1.25. Publ. 1971.
No. 15
Moose and deer behaviour in snow in Fundy National Park, New Brunswick by J.P. Kelsall and W. Prescott
Cat. No. R65-8/15, Price $1.00. Publ. 1971.

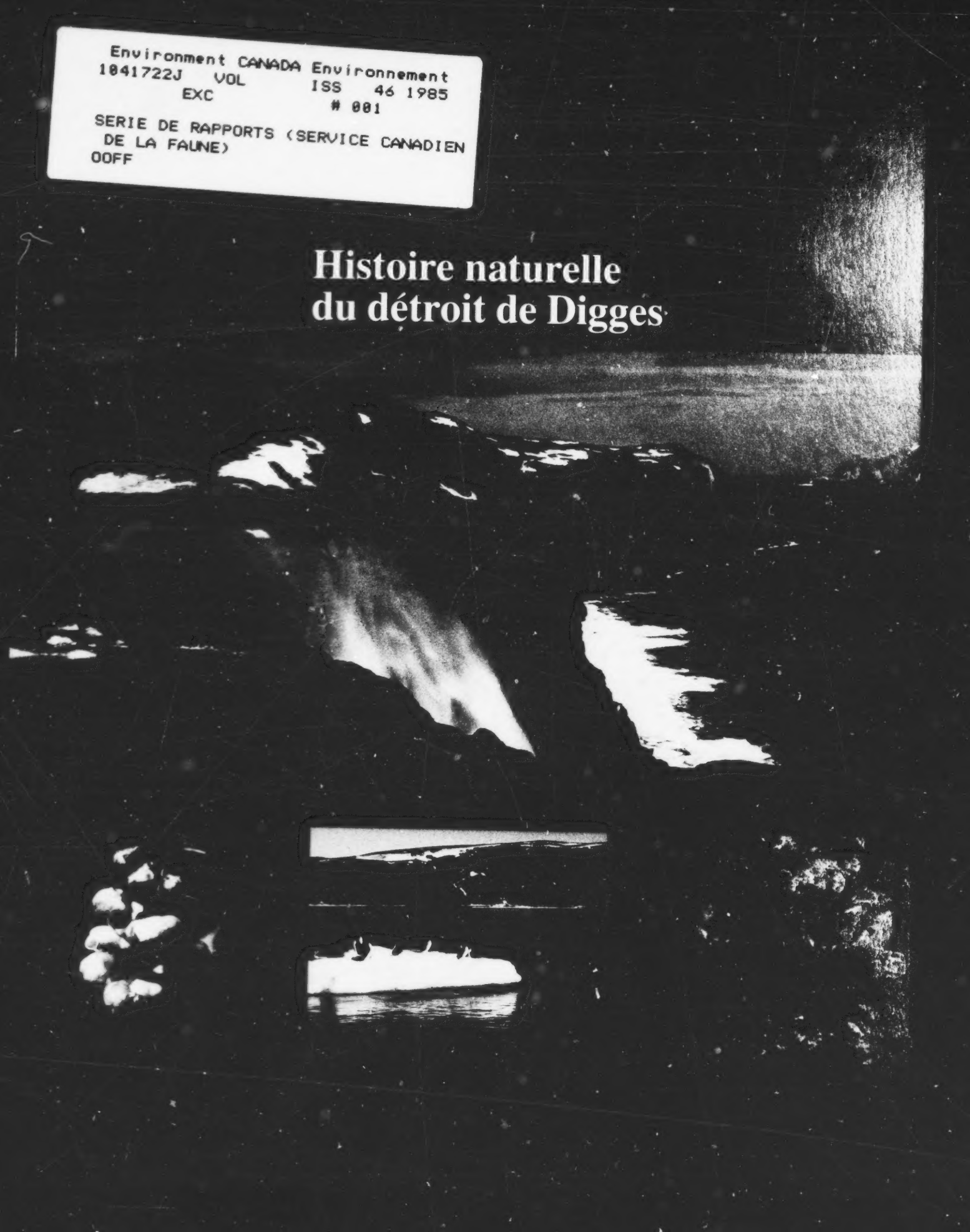
No. 16
Effects of phosphamidon on forest birds in New Brunswick by C.D. Fowle
Cat. No. CW65-8/16, Price $1.00. Publ. 1972.
No. 17
Populations, movements and seasonal distribution of mergansers in northern Cape Breton Island by A.J. Erskine
Cat. No. CW65-8/17, Price $1.00. Publ. 1972.
No. 18
Waterfowl habitat trends in the aspen parkland of Manitoba by W.H. Kiel, Jr., A.S. Hawkins and N.G. Perret
Cat. No. CW65-8/18, Price $1.25. Publ. 1972.
No. 19
Vegetation of the Ngorongoro Conservation Area, Tanzania by D.J. Herlocker and H.J. Dirschl
Cat. No. CW65-8/19, Price $1.25. Publ. 1972.
No. 20
Biology of the Kaminuriak Population of barren-ground caribou.
Part 1: Total numbers, mortality, recruitment, and seasonal distribution by G.R. Parker
Cat. No. CW65-8/20, Price $1.50. Publ. 1972.
No. 21
Food habits and ecology of wolves on barren-ground caribou range in the Northwest Territories by E. Kuyt
Cat. No. CW65-8/21, Price $1.00. Publ. 1972.
No. 22
Background for managing grizzly bears in the national parks of Canada by K.R.D. Mundy and D.R. Flook
Cat. No. CW65-8/22, Price $1.00. Publ. 1973.
No. 23
The mammals of Waterton Lakes National Park, Alberta by J.D. Soper
Cat. No. CW65-8/23, Price $1.25. Publ. 1973.
No. 24
Feeding ecology of Pintail, Gadwall, American Widgeon and Lesser Scaup ducklings in southern Alberta by L.G. Sugden
Cat. No. CW65-8/24, Price $1.50. Publ. 1973.
No. 25
Home range and breeding biology of the Shoveler by H.J. Poston
Cat. No. CW65-8/25, Price $1.50. Publ. 1974.
No. 26
Calf mortality during 1970 on the calving ground of the Kaminuriak caribou by F.L. Miller and E. Broughton
Cat. No. CW65-8/26, Price $1.00. Publ. 1974.
No. 27
Bird damage to fruit crops in the Niagara Peninsula by R.G. Brown
Cat. No. CW65-8/27, Price $1.50. Publ. 1974.
No. 28
Migration of Lesser Snow and Blue Geese in spring across southern Manitoba
Part 1: Distribution, chronology, directions, numbers, heights and speeds by H. Blokpoel
Cat. No. CW65-8/28, Price $1.00. Publ. 1974.
No. 29
CWS Waterfowl studies in eastern Canada, 1969–73 edited by H. Boyd
Etude du SCF sur les oiseaux aquatiques dans l'est du Canada 1969–73 rédigé par H. Boyd
Cat. No. CW65-8/29, Price/Prix $3.00. Publ. 1974.

No. 30
Landscape classification and plant successional trends in the Peace-Athabasca Delta by H.J. Dirschl, D.L. Dabbs and G.C. Gentle
Cat. No. CW65-8/30, Price $3.00. Publ. 1974.
No. 31
Biology of the Kaminuriak Population of barren-ground caribou.
Part 2: Dentition as an indicator of age and sex; composition and socialization of the population by F.L. Miller
Cat. No. CW65-8/31, Price $3.00. Publ. 1974.
No. 32
Migration of Lesser Snow and Blue Geese in spring across southern Manitoba.
Part 2: Influence of the weather and prediction of major flights by H. Blokpoel and Maureen C. Gauthier
Cat. No. CW65-8/32, Price $1.00. Publ. 1975.
No. 33
An investigation of caribou range on Southampton Island, Northwest Territories by G.R. Parker
Cat. No. CW65-8/33, Price $2.75. Publ. 1975.
No. 34
The northern interior grizzly bear *Ursus arctos* L., by A.M. Pearson
Cat. No. CW65-8/34, Price $4.50. Publ. 1975.
No. 35
The nesting population of Lesser Snow Geese in the eastern Canadian Arctic: a photographic inventory of June 1973 by R.H. Kerbes
Cat. No. CW65-8/35, Price $3.25. Publ. 1975.
No. 36
Biology of the Kaminuriak Population of barren-ground caribou.
Part 3: Taiga winter range relationships and diet by D.R. Miller
Cat. No. CW65-8/36, Price $1.75. Publ. 1976.
No. 37
Wetland classification in western Canada: A guide to marshes and shallow open water wetlands in the grasslands and parklands of the Prairie Provinces by J.B. Miller
Cat. No. CW65-8/37, Price $2.00. Publ. 1976.
No. 38
Biology of the Kaminuriak Population of barren-ground caribou.
Part 4: Growth, reproduction and energy reserves by T.C. Dauphiné, Jr.
Cat. No. CW65-8/38, Price $3.25. Publ. 1976.
No. 39
Range ecology of Rocky Mountain bighorn sheep in Canadian national parks by John G. Stelfox
Cat. No. CW65-8/39, Price $2.25. Publ. 1977.
No. 40
Distributions, movements and numbers of Peary caribou and muskoxen on western Queen Elizabeth Islands, Northwest Territories, 1972–74 by F.L. Miller, R.H. Russell, and A. Gunn
Cat. No. CW65-8/40, Price $4.00. Publ. 1977.
No. 41
Birds in Boreal Canada: Communities, densities and adaptations by A.J. Erskine
Cat. No. CW65-8/41, Price $5.00. Publ. 1977.

No. 42
The first ten years of the co-operative Breeding Bird Survey in Canada by A.J. Erskine
Cat. No. CW65-8/42, Price $3.75. Publ. 1978.
No. 43
Migratory game bird hunters and hunting in Canada edited by H. Boyd and G.H. Finney. Aussi disponible en français
Cat. No. CW65-8/43, Price $7.50. Publ. 1979.
No. 44
The breeding birds of Long Point, Lake Erie: A study in community succession by J.D. McCracken, M.S.W. Bradstreet and G.L. Holroyd. Aussi disponible en français
Cat. No. CW65-8/44E, Price $11.75. Publ. 1982.
No. 45
Wolves in Canada and Alaska edited by Ludwig N. Carbyn. Aussi disponible en français
Cat. No. CW65-8/45E, Price $12.50. Publ. 1983.

Environment CANADA Environnement
1841722J VOL ISS 46 1985
EXC # 001
SERIE DE RAPPORTS (SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE)
OOFF

Histoire naturelle du détroit de Digges



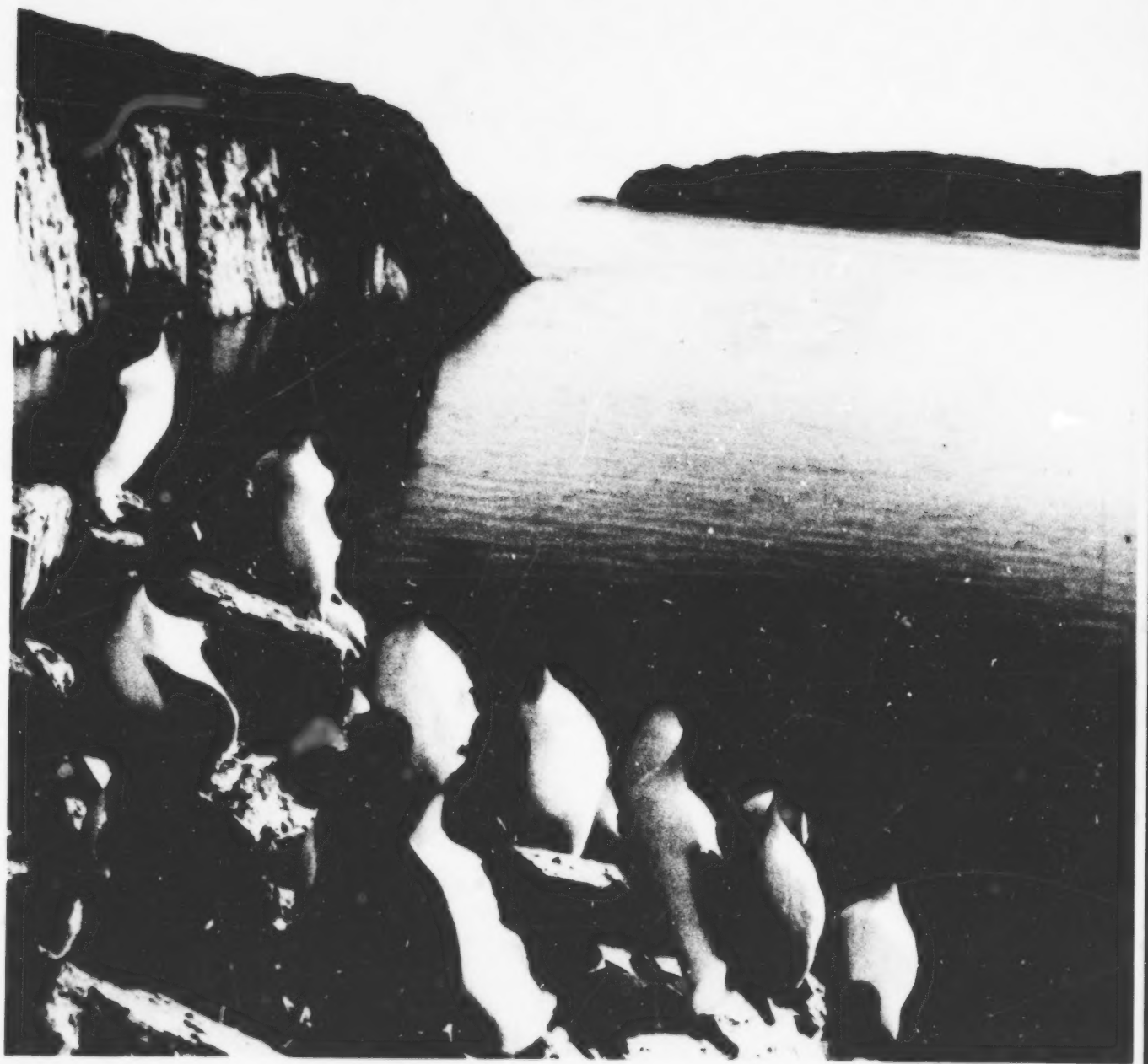
Environnement Canada
Service canadien de la faune

Environment Canada
Canadian Wildlife Service

« . . . Il y a céans une tant innumérable quantité de ces oiseaux, appelés alcidés [marmettes], qu'oncques ne vis le pareil ailleurs, et que nous eussions pu en abattre par milliers. Quiconque ne le vit le décroirait! »[1]

William Baffin, 1665 (*dans* Markham, 1881)

[1]Traduction libre.



B. Lyon

A.J. Gaston*
D.K. Cairns†
R.D. Elliott‡
D.G. Noble*

Histoire naturelle du détroit de Digges

Service canadien de la faune
Série de rapports nº 46

Also available in English

Ouvrage cité comme suit :
Gaston, A.J.; Cairns, D.K.; Elliot, R.D.; Noble, D.G.; 1985. Histoire naturelle du détroit de Digges. Service canadien de la faune. Série de rapports nº 46. 67 pp.

*SCF, Ottawa (Ont.) K1A 0E7

†Dép. de biologie, Univ. Memorial,
St-Jean (T.-N.) A1B 3X9

‡SCF, B.P. 9158
St-Jean (T.-N.) A1A 2X9

Service canadien de la faune
Ottawa K1A 0E7

Publié avec l'autorisation du
Ministre de l'Environnement

Service canadien de la faune

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985

En vente au Canada par l'entremise de nos agents libraires agréés et autres libraires

ou par la poste au :
Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa (Canada) K1A 0S9

N° de catalogue CW F 65-8/46 F
ISBN 0-662-929-73-X
ISSN 0069-0031

Prix
Canada : 8,00 $
Autres pays : 9,60 $
Prix sujet à changement sans préavis

Conception graphique : Rolf Harder & Assoc.
Impression : K.G. Campbell Corp.
N° de contrat : KN107-4-5809

Page couverture
En haut : Les chutes, île de Digges est, en juin 1981 (photo : A. Gaston)
En bas, à gauche : Pyrole de l'Arctique, île de Digges est (photo : A. Gaston)
En bas, au centre : Marmettes de Brünnich sur une banquise, détroit de Digges (photo : S. Smith)
En bas, à droite : Renardeaux roux, île de Digges est, en 1981 (photo : A. Gaston)

Table des matières

5 Remerciements
6 Résumé
7 **Introduction**
11 **Écologie du détroit de Digges**
11 1. Milieu physique
11 1.1. Topographie
12 1.2. Océanographie
14 1.3. Glaces
14 1.4. Climat
16 2. Les habitants
17 3. Milieu terrestre
17 3.1. Végétation
18 3.2. Herbivores
18 3.3. Carnivores
18 3.4. Oiseaux de petite taille
19 4. Biologie marine
19 4.1. Plancton
19 4.2. Poissons
21 4.3. Mammifères marins
23 **Les oiseaux de mer**
23 1. Populations et colonies
23 1.1. Eiders
23 1.2. Goélands
24 1.3. Sternes arctiques
25 1.4. Godes
25 1.5. Marmettes de Brünnich
25 1.6. Guillemots noirs
27 1.7. Macareux moines
27 2. Répartition en mer
27 2.1. Relevés effectués à bord d'embarcations
27 2.2. Relevés aériens
31 3. Biologie de la reproduction
31 3.1. Goélands
34 3.2. Marmettes de Brünnich
42 3.3. Guillemots noirs
46 **Les prédateurs**
46 1. Les corbeaux
46 1.1. Biologie de la reproduction
47 1.2. Effets de la prédation par les corbeaux sur les marmettes
49 2. Les goélands
49 2.1. Techniques de prédation
50 2.2. Effets de la prédation par les goélands sur les marmettes
50 3. Les faucons et les renards
50 3.1. Les faucons
50 3.2. Les renards roux
51 4. Conclusions
53 **La chaîne trophique**
55 **Bibliographie**
57 **Annexes**

Liste des tableaux

14 Tableau 1. Données météorologiques de l'île de Nottingham, de 1930 à 1970
20 Tableau 2. Invertébrés marins recueillis dans la région du détroit de Digges
21 Tableau 3. Liste des poissons marins identifiés dans le détroit de Digges, méthode de capture et zone d'occurrence probable dans la colonne d'eau
23 Tableau 4. Nombre estimatif d'Eiders à duvet reproducteurs dans la région du détroit de Digges, entre le cap Wolstenholme et l'île Piqiulik
24 Tableau 5. Dénombrement et évaluation de la population reproductrice de goélands dans la région du détroit de Digges
27 Tableau 6. Nombre estimatif de Guillemots noirs se reproduisant dans la région du détroit de Digges, entre le cap Wolstenholme et l'île Piqiulik
27 Tableau 7. Nombre moyen de Guillemots noirs et de Marmettes de Brünnich enregistré par minute sur les transects à partir de petits bateaux au voisinage des îles Nuvuk en août 1981, en fonction de la profondeur de l'eau
33 Tableau 8. Taille des couvées de Goélands bourgmestres et de Goélands arctiques dans le détroit de Digges, en 1981 et 1982
33 Tableau 9. Réussite de la reproduction des Goélands bourgmestres de la colonie S2 sur l'île de Digges, en 1982
34 Tableau 10. Aliments apportés aux jeunes Goélands bourgmestres de la colonie S2, île de Digges, en 1982
37 Tableau 11. Comparaison des rapports *K* obtenus à l'île du Prince-Léopold et à l'île de Digges pendant une semaine vers la date médiane de la période d'éclosion
37 Tableau 12. Période de la reproduction des Marmettes de Brünnich de l'île de Digges est, de 1980 à 1982
37 Tableau 13. Indices du volume des oeufs enregistrés dans trois parcelles sur l'île de Digges est, en 1980, 1981 et 1982
39 Tableau 14. Réussite de la reproduction des Marmettes de Brünnich de l'île de Digges est, de 1980 à 1982
40 Tableau 15. Régime alimentaire des Marmettes de Brünnich adultes dans la région du détroit de Digges, d'après l'analyse du contenu stomacal
40 Tableau 16. Pourcentage de l'occurrence, en nombre et en poids, de neuf organismes dans le régime alimentaire des Marmettes de Brünnich de l'île de Digges est, de 1980 à 1982, d'après les spécimens prélevés sur les corniches de reproduction

41 Tableau 17. Poids des portions données aux jeunes Marmettes de Brünnich sur l'île de Digges est, de 1980 à 1982

42 Tableau 18. Réussite de la reproduction des Guillemots noirs à Pitsulak City, en 1981 et 1982

44 Tableau 19. Restes de proies trouvés dans les estomacs des Guillemots noirs capturés dans la région du détroit de Digges, en 1981 et 1982

44 Tableau 20. Aliments apportés aux jeunes Guillemots noirs à Pitsulak City, en 1981 et 1982

48 Tableau 21. Prédation des oeufs et des oisillons de Marmettes de Brünnich par des corbeaux, observée à partir de trois stations sur l'île de Digges est, en 1982

51 Tableau 22. Incidences de la prédation sur la taille de la population et la réussite de la reproduction des Marmettes de Brünnich sur l'île de Digges est, en 1982

Liste des figures

7 Figure 1. Emplacement du détroit de Digges et des principales colonies d'oiseaux de mer dans le détroit d'Hudson et le nord de la baie d'Hudson

8 Figure 2. Carte du détroit de Digges et des eaux adjacentes

9 Figure 3. Carte des îles Nuvuk et des régions environnantes

11 Figure 4. Carte de l'île de Digges est

12 Figure 5. Bathymétrie du nord-est de la baie d'Hudson et de l'ouest du détroit d'Hudson

13 Figure 6. Conditions des glaces dans le détroit de Digges en mai 1980, à la mi-juin 1982, à la mi-juin 1981, et à la mi-juin 1982

15 Figure 7. Position des parcelles d'étude des Marmettes de Brünnich et des postes d'observation des goélands sur l'île de Digges est

15 Figure 8. Conditions météorologiques observées dans l'île de Digges pendant les étés 1980, 1981 et 1982

19 Figure 9. Dates de ponte des premiers oeufs de Bruants des neiges et de Pipits communs à l'île de Digges, de 1980 à 1982

24 Figure 10. Position des colonies de goélands dans la région du détroit de Digges

28 Figure 11. Répartition des Marmettes de Brünnich observées à partir d'embarcations sur des transects près de Pitsulak City, le 15 août 1981 et le 20 août 1981

29 Figure 12. Position des concentrations de marmettes par rapport à des bancs de zooplancton, d'après des relevés d'écho-sondeurs dans la région des îles Nuvuk

30 Figure 13. Direction du vol et nombre de Marmettes de Brünnich observées au cours de relevés aériens dans la région du détroit de Digges, le 9 juillet 1981

30 Figure 14. Densité des populations de Marmettes de Brünnich observées au cours de relevés aériens dans la région du détroit de Digges, le 19 août 1981

32 Figure 15. Dénombrements des Goélands bourgmestres à la colonie S2 et dans une aire de repos voisine, les 2 et 3 août 1982

32 Figure 16. Indices de densité des oeufs de Goélands bourgmestres mesurés à l'île de Digges, en fonction de l'intervalle précédant l'éclosion

33 Figure 17. Période d'éclosion des oeufs de Goélands bourgmestres, en 1981 et 1982, et des oeufs de Goélands arctiques, en 1982, dans la région du détroit de Digges

35 Figure 18. Rythme d'alimentation des oisillons de Goélands bourgmestres à la colonie S2, selon l'heure

36 Figure 19. Variations du nombre de Marmettes de Brünnich présentes lors des dénombrements quotidiens et variations dans la proportion des couples reproducteurs par rapport aux oiseaux présents dans les parcelles d'étude de l'île de Digges est

36 Figure 20. Indices du volume des oeufs de Marmettes de Brünnich dans l'île de Digges est en 1981 et en 1982, selon la date de la ponte et le pourcentage d'oeufs pondus

38 Figure 21. Augmentation du poids des oisillons de Marmettes de Brünnich dans l'île de Digges est, de 1980 à 1982, par comparaison avec les données obtenues dans l'île du Prince-Léopold en 1977

38 Figure 22. Augmentation de la longueur des ailes des oisillons de Marmettes de Brünnich dans l'île de Digges est, de 1980 à 1982, par comparaison avec les données obtenues dans l'île du Prince-Léopold en 1977

41 Figure 23. Régime alimentaire des Marmettes de Brünnich adultes, en 1980 et 1981, selon le poids frais des aliments ingérés

42 Figure 24. Période d'éclosion des oisillons de Guillemots noirs à Pitsulak City, en 1981 et 1982

43 Figure 25. Augmentation du poids des oisillons de Guillemots noirs dans la région des îles Nuvuk en 1980, 1981 et 1982

43 Figure 26. Augmentation de la longueur des ailes des oisillons de Guillemots noirs mesurées à Pitsulak City, en 1981 et 1982

45 Figure 27. Variations de la proportion de différentes espèces de poissons dans le régime alimentaire des oisillons de Guillemots noirs à Pitsulak City, en août 1982

46 Figure 28. Position des nids de corbeaux dans l'île de Digges est, en 1982

47 Figure 29. Intensité de la prédation par les corbeaux sur les oeufs et les oisillons de Marmettes de Brünnich dans l'île de Digges est en fonction de la date, en 1980 et 1982

48 Figure 30. Probabilité de la prédation des oeufs de marmettes par les corbeaux pendant une période d'incubation de 32 jours, sur l'île de Digges est, en fonction de la date de la ponte

51 Figure 31. Pourcentage des pertes d'oeufs de Marmettes de Brünnich attribuable aux prédateurs (à l'exception des humains) dans l'île de Digges est par rapport à la population reproductrice (moyenne de 1980 à 1982)

53 Figure 32. Chaîne trophique centrée sur la colonie de Marmettes de Brünnich du détroit de Digges et en relation avec les organismes marins et terrestres

Liste des annexes

57 Annexe 1. Statut et nom scientifique des oiseaux et des mammifères observés dans le détroit de Digges, avec des notes sur les espèces non traitées dans le texte

59 Annexe 2. Plantes vasculaires recueillies dans la région du détroit de Digges, de 1980 à 1982

60 Annexe 3. Facteurs de conversion utilisés pour convertir le nombre de goélands présents dans leur colonie de reproduction en nombre de couples reproducteurs

60 Annexe 4. Comparaison des dénombrements photographiques et terrestres des marmettes de l'île de Digges est

60 Annexe 5. Variations entre les dénombrements horaires, facteurs de conversion utilisés pour évaluer les populations reproductrices et erreurs en pourcentage des évaluations de populations de Guillemots noirs à Pitsulak City

61 Annexe 6. Nombre de goélands (*Larus hyperboreus* et *L. glaucoides*) dans la colonie de marmettes de l'île de Digges ou à proximité de celle-ci, en 1982

61 Annexe 7. Dimensions des oeufs mesurés dans le détroit de Digges

61 Annexe 8. Rythme d'alimentation des couvées et des oisillons de Goélands bourgmestres à la colonie S2, île de Digges est, en 1982

62 Annexe 9. Données sur la croissance des jeunes Marmettes de Brünnich dans la parcelle R, île de Digges : poids en fonction de l'âge et longueur des ailes en fonction de l'âge

62 Annexe 10. Comparaison de la croissance des jeunes Marmettes de Brünnich de l'île de Digges et de l'île du Prince-Léopold

63 Annexe 11. Occupation des nids de Marmettes de Brünnich en fonction de la ponte et de la réussite de la reproduction, entre la date médiane de la ponte et le moment du premier envol, en 1980 et 1981

63 Annexe 12. Calculs du poids humide total des aliments d'après les restes présents dans les estomacs des marmettes, en 1980 et en 1981

64 Annexe 13. Méthode employée pour évaluer le nombre d'oeufs et d'oisillons de Marmettes de Brünnich sur l'île de Digges est, en 1982, et calcul des évaluations

65 Annexe 14. Calcul de la probabilité de la prédation par les corbeaux des oeufs de Marmettes de Brünnich d'après la date de la ponte

65 Annexe 15. Nombre estimatif d'oeufs et d'oisillons de Marmettes de Brünnich ingérés par les oisillons des Goélands bourgmestres dans la parcelle S2

Remerciements

De nombreuses personnes ont pris part à la réalisation de ce projet et nous nous excusons d'avance de toute omission dans la présente liste. Pour le soutien financier ou logistique qu'ils nous ont fourni durant toute la durée du projet, nous remercions le Programme d'études de base d'Environnement Canada, le programme OLABS de Pétro-Canada (pour le Labrador Group of Companies), le Projet du plateau continental du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Bradley Air Services, le laboratoire Ikaluit du ministère des Affaires indiennes et du Nord, la Société Asbestos, et la Garde côtière canadienne. David Nettleship, Graham Cooch, Wayne Speller et Bruce Johnston ont tous pris part à la planification du projet, et David Nettleship a aussi organisé l'achat de l'équipement en 1980 et supervisé les dénombrements photographiques des colonies de marmettes. À Frobisher Bay, nous avons reçu un excellent appui de Andy Thériault, et de Fiona Paton et Cathy Hanson qui ont maintenu un contact radio avec nous.

Tellement de gens nous ont aidés à Ivujivik que nous pourrions citer tout le village. Nous les remercions tous, et particulièrement Adami Mangiuk, Passa Mangiuk, Charlie Tarqik, Paulussi Alaku, Arnaituk Mark et Mark-André Dubé. Nous remercions sincèrement tout le personnel de la clinique médicale grâce auquel nous ne nous sentions pas si loin de chez nous: Jacques Bélanger, Chantal Renaud, Claire Rochefort, Colette Ruel, Joanne Coulombe, Raymond Valiquet et Suzanne Dumais.

Nous sommes reconnaissants à Hugh Boyd, Graham Cooch, Steve Curtis, Tony Diamond, Tony Erskine et David Nettleship pour leurs commentaires sur le manuscrit. Nos remerciements s'adressent aussi à la Section du dessin du ministère de l'Environnement pour les figures, et à Ian Jones pour le dessin au trait. Finalement, nous voulons remercier sincèrement tous ceux qui ont travaillé avec nous sur le terrain de 1979 à 1983 : Winnifred Cairns, Jamie Campbell, Gilles Chapdelaine, George Finney, Vicki Friesen, John Geale, Colleen Hyslop, Ian Jones, Heinrich Kaiser, Bruce Lyon, Andrew Macfarlane, Guy Martell, Ralph Palmer, Margaret Purdie, Steven Smith et Joe Spears.

Résumé

L'île Digges est, séparée de la pointe nord-ouest de la péninsule d'Ungava au Québec par le détroit de Digges, est connue pour ses immenses colonies de Marmettes de Brünnich depuis le temps d'Henry Hudson. Les autochtones chassent ces oiseaux et ramassent leurs oeufs depuis des centaines, voire même des milliers d'années. Au cours de nos travaux, de 1979 à 1982, nous avons évalué leur population à 300 000 couples reproducteurs sur les falaises flanquant le détroit.

D'autres communautés d'oiseaux de mer viennent se reproduire en moins grand nombre dans cette région. Les Guillemots noirs sont les plus nombreux spécialement dans les îles Nuvuk et les îlots adjacents; nous avons évalué leur nombre à environ 1000 couples. Nous retrouvons également trois espèces de goélands, bien que l'on ne rencontre le Goéland argenté qu'au sud et à l'ouest du détroit. Les Goélands arctiques, divisés en huit colonies et ayant une population estimée à 350 couples, sont absents des parties plus méridionales du détroit d'Hudson. La plupart des 180 couples de Goélands bourgmestres nichent en étroite association avec les marmettes.

Il existe une colonie de quelques douzaines de Macareux moines sur l'île Dome, au sud de l'île Digges ouest. Le site de nidification de cette espèce le plus proche de cette colonie que l'on connaisse est au Labrador. Quelques Godes, parfois aperçus aux alentours des colonies de marmettes, viennent peut-être aussi nicher dans la région, bien que l'on ne trouve nulle trace de cette espèce ailleurs à l'ouest de l'embouchure du détroit d'Hudson.

Le régime alimentaire des marmettes se compose d'une grande variété de créatures marines incluant des petits poissons (surtout des morues arctiques, des limaces de mer, des équilles et des capelans) et des invertébrés (crustacés amphipodes et mysidacés). Les oisillons sont nourris presqu'exclusivement de poissons. Comparativement à ses soeurs de l'Arctique supérieur, la Marmette de Brünnich du détroit de Digges se nourrit d'une plus grande variété de proies.

À l'île Digges est, où nous avons effectué la plupart de nos travaux, 62 % des marmettes nicheuses parvenaient à élever un oisillon par année. Le peu de succès des couvées est principalement dû au délogement accidentel des oeufs pendant la période d'incubation. Pendant la période d'élevage des oisillons peu mouraient. La plupart des oisillons disparus avaient probablement été la proie de Goélands bourgmestres et de Goélands arctiques. Un petit nombre d'adultes ont été pris soit par des Gerfauts, venus nicher au sein de cette colonie pendant deux ans, soit par des Faucons pèlerins ou des renards roux. Plusieurs milliers d'oeufs ont été dérobés par les corbeaux mais les effets de ces pertes sont probablement négligables par rapport à la taille totale de la colonie. La prise, chaque année, de milliers d'oeufs et de marmettes adultes par les habitants de l'île n'a, de la même manière, probablement que de faibles répercussions sur l'ensemble de la population. Ce sont les perturbations auxquelles la colonie peut être inutilement soumise pendant la période d'incubation et d'élevage qui peuvent faire monter la mortalité et avoir des effets plus graves.

Des relevés aériens effectués en juillet et août dans le nord-est de la baie d'Hudson et l'ouest du détroit d'Hudson ont démontré que les marmettes des colonies du détroit de Digges voyageaient souvent sur des distances de plus de 100 km pour se nourrir. L'aire d'alimentation la plus fréquentée presque tout au long des années 1981 et 1982 était située au sud-ouest du détroit de Digges, entre l'île Mansel et le continent. Les marmettes ont également été vues en grand nombre au large des îles Nuvuk en train de se nourrir presqu'exclusivement dans des eaux de plus de 40 m de profondeur. Les Guillemots noirs, au contraire, allaient la plupart du temps se nourrir dans des eaux moins profondes. Ils attrapaient des poissons benthiques, particulièrement des blennies, qui ne représentaient qu'une faible part du régime alimentaire des marmettes.

Les Marmettes de Brünnich de l'île Digges pondaient de très gros oeufs comparativement à ceux d'autres populations. Malgré cela, les oisillons grandissaient très lentement et pesaient moins lourd quand ils quittèrent la colonie que ceux mesurés à l'île du Prince-Léopold, dans l'Arctique supérieur. Nous avons trouvé des différences constantes dans la grosseur des oeufs pondus et le rythme de croissance des oisillons entre les divers sites où niche la colonie. Le faible taux de croissance des oisillons était vraisemblablement lié au faible rythme d'alimentation des parents, peut-être dû aux très longues distances que ceux-ci ont parcouru pour trouver de la nourriture. Malgré la très grande concentration de Marmettes de Brünnich dans le détroit de Digges et le long du détroit d'Hudson, la communauté d'oiseaux de mer de cette région est composée de peu d'espèces comparée à celle du détroit de Lancaster. On n'y trouve guère, par exemple, de Fulmars boréaux ou de Mouettes tridactyles. Étant donné le grand choix des proies potentielles dans le détroit d'Hudson et l'apparente abondance de sites convenant aux colonies, il est difficile de fournir une raison écologique à cette faible variété d'espèces d'oiseaux de mer. Ce paradoxe fournit un bon sujet de réflexion. Notre incapacité à le résoudre met en valeur les passionnantes avenues de recherche sur les problèmes fondamentaux de l'écologie des oiseaux de mer du nord du Canada qui s'ouvrent à nous.

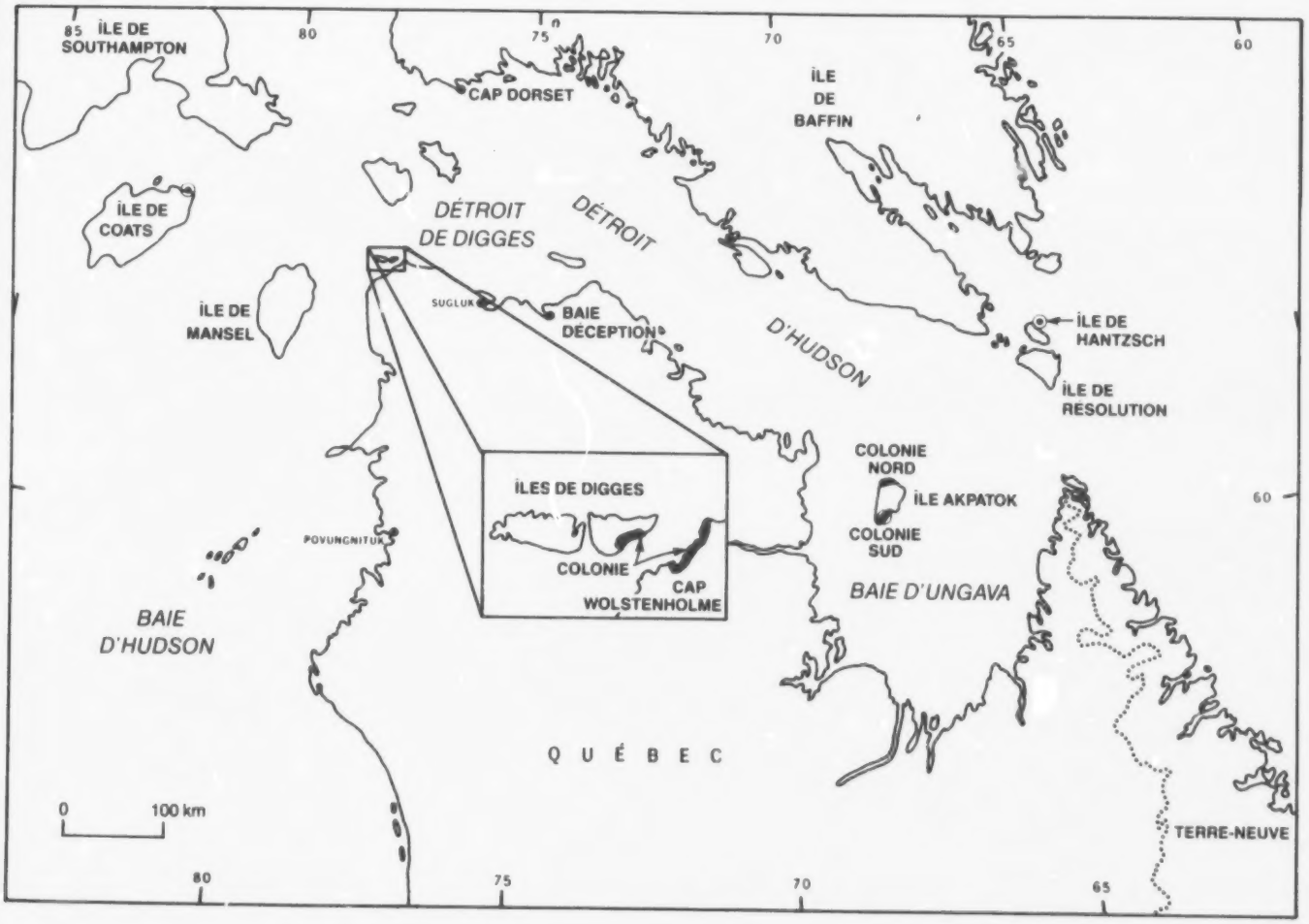
Introduction

Le détroit de Digges, qui ceint l'extrémité nord de la péninsule d'Ungava, s'étend à l'intersection du détroit d'Hudson et de la baie d'Hudson (figure 1). Il est reconnu pour ses vastes colonies de Marmettes de Brünnich[1] qui ont retenu l'attention des visiteurs depuis l'époque d'Henry Hudson (Neatby, 1968). Ces oiseaux ont établi leurs lieux de reproduction sur les deux rives du détroit : ils occupent 4 km consécutifs de falaises dans l'île de Digges est[2] et se retrouvent ici et là sur 8 km de la côte du Nouveau-Québec, au sud du cap Wolstenholme (figure 2). L'ensemble de ces colonies représente le plus vaste rassemblement de Marmettes de Brünnich au Canada et l'une des plus fortes concentrations canadiennes d'oiseaux de mer, exception faite de la colonie de plusieurs espèces de la baie Witless et du gigantesque rassemblement de Marmettes communes (*Uria aalge*) de l'île de Funk, à Terre-Neuve.

Le grand nombre de marmettes est la caractéristique ornithologique dominante de la

[1]L'annexe 1 présente les noms scientifiques des oiseaux et des mammifères marins de la région étudiée.
[2]L'île de Digges ouest n'abrite pas de colonie de marmettes. Dans le présent document, lorsqu'il est fait mention de l'île de Digges, il s'agit de l'île de Digges est.

Figure 1
Emplacement du détroit de Digges et des principales colonies d'oiseaux de mer dans le détroit d'Hudson et le nord de la baie d'Hudson

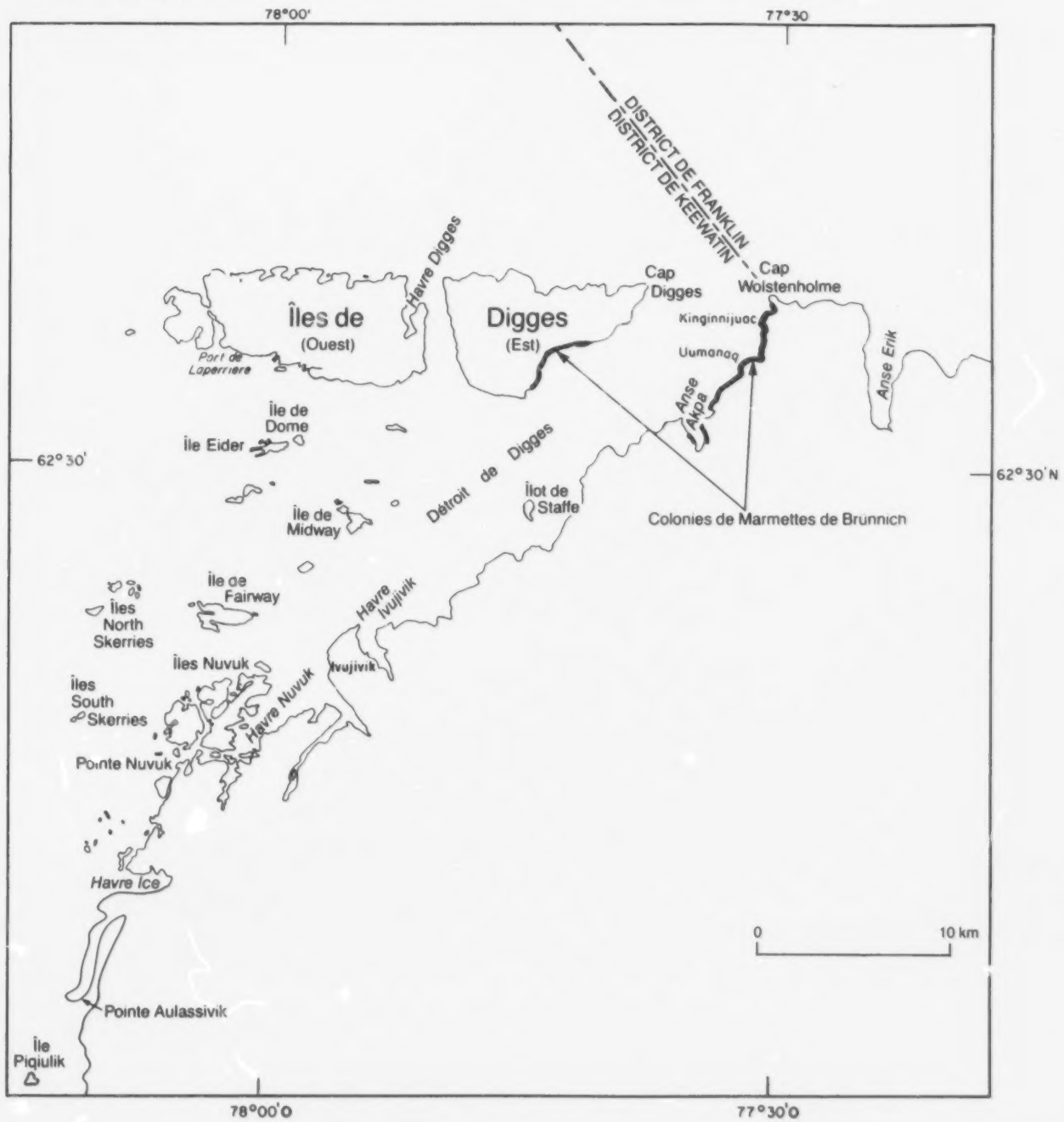


région, mais d'autres aspects méritent d'être soulignés. Le détroit de Digges constitue l'extrémité sud-ouest de l'aire de reproduction du Goéland arctique. C'est le seul endroit au Canada où cette espèce est le principal nécrophage dans une vaste colonie d'oiseaux de mer, en association avec le Goéland bourgmestre, qui y est plus répandu. La présence d'une petite population reproductrice de Macareux moines est inhabituelle, aucune autre n'ayant été observée ailleurs au Canada au nord de Nain Bight, au Labrador. La présence de quelques Godes, observés chaque année dans le détroit de Digges où il n'a jamais été prouvé qu'ils se reproduisent, est également inusitée, cette espèce n'ayant jamais été vue à l'ouest de la côte du Labrador.

Nous avions l'intention de recueillir des données sur les populations et l'écologie des oiseaux de mer autour du détroit de Digges. Il nous fallait donc, en pratique, nous concentrer principalement sur la Marmette de Brünnich. Nous avons toutefois trouvé le temps d'effectuer des recherches sur d'autres espèces, notamment celles qui rivalisent avec les marmettes pour leur approvisionnement en nourriture ou les prédateurs des marmettes adultes, de leurs oeufs ou de leurs oisillons. L'incidence de la forte concentration de marmettes dans le détroit de Digges sur la structure des communautés animales locales a servi de toile de fond à nos études.

Une équipe du Service canadien de la faune (SCF) avait déjà visité le détroit de Digges. Le regretté Leslie Tuck y avait passé l'été 1955 en compagnie d'un technicien et de plusieurs aides inuit. Ils avaient réussi l'exploit de baguer 9000 Marmettes de Brünnich, dont 3000 adultes. Ils ont également réussi à baguer

Figure 2
Carte du détroit de Digges et des eaux adjacentes



3000 oiseaux dans l'île de Digges en une seule journée.

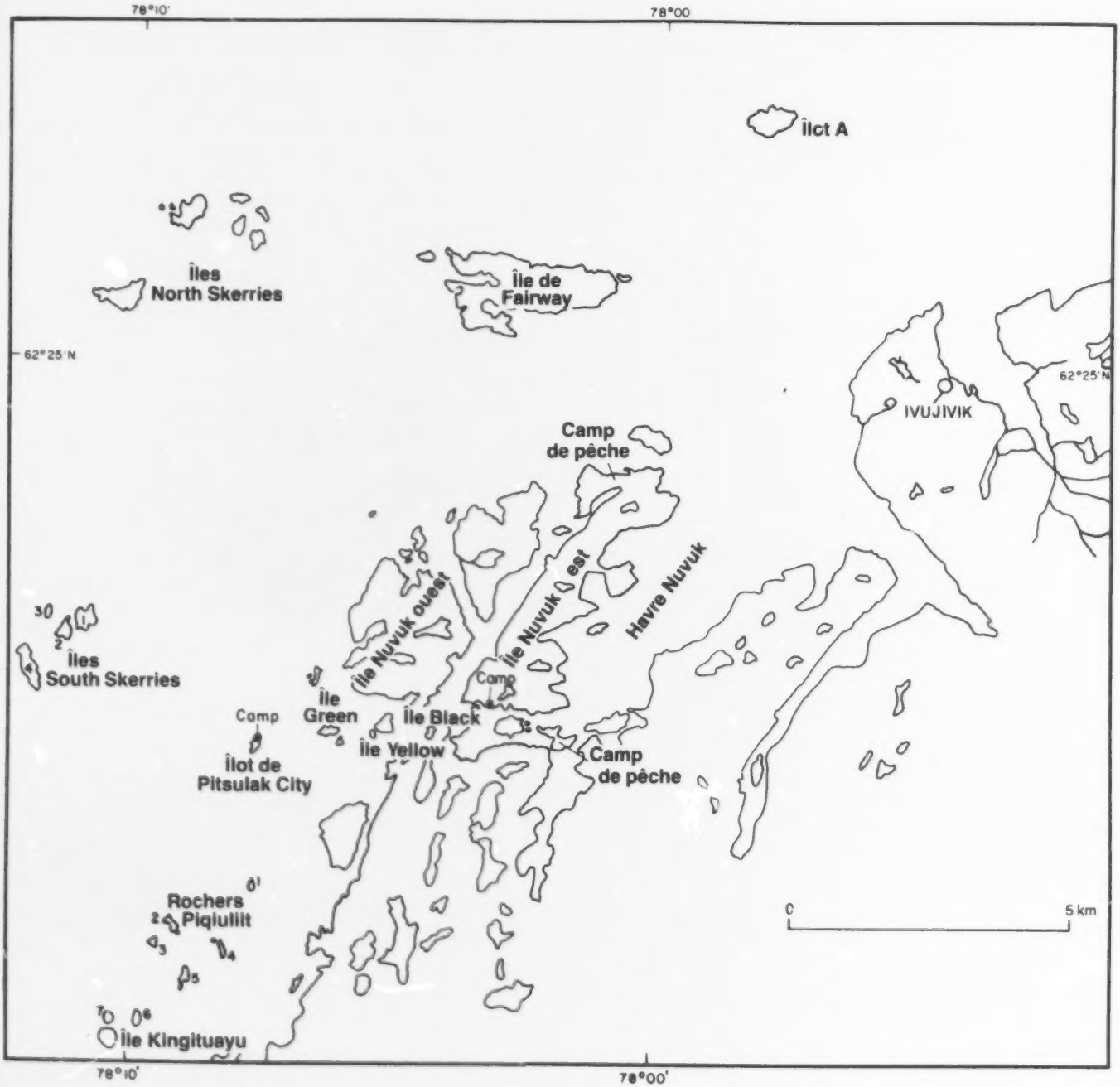
Il est évident que Tuck a consacré la plus grande partie de son temps au baguage et que ses notes sur d'autres aspects de l'avifaune sont assez maigres (Tuck, 1955), bien que certaines comparaisons intéressantes puissent être établies. De nombreux autres ornithologues ont visité la région mais semblent n'y être demeurés que quelques jours.

En 1979, nous avons procédé à un relevé expérimental et visité les deux côtés du détroit de Digges et certaines îles adjacentes. Nous avons arrêté notre choix sur deux bons emplacements de camps près de la colonie de marmettes : l'un à l'anse Akpa, à l'extrémité sud de la colonie située sur la terre ferme, et l'autre à l'extrémité sud-est de l'île de Digges, dans une petite anse que nous avons appelée Camp Cove. Ce dernier emplacement a été choisi comme camp principal de 1980 à 1982 parce que les falaises de l'île de Digges se prêtaient mieux à l'observation que celles de la terre ferme.

En 1981, nous avons dressé un deuxième camp pour étudier les Guillemots noirs à l'extrémité sud de l'île Nuvuk est (figure 3). En août, un camp volant a été établi sur un îlot appelé Pitsulak City, à 1,7 km au sud-ouest de l'île Nuvuk ouest. En 1982, le camp principal de cette région a été déménagé à Pitsulak City et le camp de l'île Nuvuk a été utilisé par John Green et ses assistants de l'université Memorial de Terre-Neuve pour étudier les poissons benthiques. Une entente similaire a prévalu en 1983, année pendant laquelle aucun camp n'a été utilisé dans l'île de Digges.

Pendant toutes ces années, nous avons consacré une grande partie de notre temps à des

Figure 3
Carte des îles Nuvuk et des régions environnantes



observations répétées dans certains emplacements situés près de nos campements principaux. Par conséquent, les observations effectuées loin de ces camps étaient sporadiques et ont surtout eu lieu pendant la dernière moitié de la saison, lorsque les conditions météorologiques et glacielles nous ont permis de nous déplacer facilement par bateau. Nos données sur la biologie de la région du détroit de Digges sont donc sélectives. Elles constituent néanmoins une étude beaucoup plus approfondie des populations d'oiseaux et de l'écologie de la région que toute autre étude effectuée précédemment dans n'importe quelle région équivalente du détroit d'Hudson. Nous avons donc tenté de résumer nos observations afin d'établir des relations entre les divers aspects de l'écologie que nous avons pu étudier et de démontrer l'interdépendance des nombreux organismes terrestres et marins qui cohabitent dans le détroit de Digges pendant l'été.

S Smith

Écologie du détroit de Digges

1. Milieu physique

1.1. Topographie □

La topographie de la région est caractérisée par une diminution graduelle de l'élévation à mesure que l'on progresse vers le sud et l'ouest à partir de la région située juste derrière le cap Wolstenholme. La côte sud du détroit d'Hudson, de la baie Déception vers l'ouest, est escarpée et entaillée de fjords profonds et étroits. Les falaises atteignent leur point culminant dans les contreforts de 300 m de haut qui flanquent le détroit de Digges du côté de la terre ferme. Les collines sont formées par l'extrémité ouest de la chaîne de montagnes datant du précambrien, qui constitue l'épine dorsale du nord de la péninsule d'Ungava. Au sud et à l'ouest du détroit de Digges lui-même, les terres s'inclinent graduellement de sorte qu'au sud d'Ivujivik, le relief est assez uni.

L'île de Digges est a la forme d'un plateau d'une élévation de 200 à 300 m, s'inclinant vers l'ouest. On observe la même tendance sur l'île de Digges ouest, de sorte que son extrémité ouest est basse et moyennement onduleuse, l'élévation étant inférieure à 100 m. Les deux îles de Digges sont parsemées de lacs. Nous avons donné des noms à certains des lacs que nous voyions tous les jours (figure 4). La plupart d'entre eux sont profonds, ont des rivages très déclives et sont entourés de très peu de marécages. Ces caractéristiques expliquent probablement la rareté des espèces d'oiseaux de rivage reproducteurs.

Des îles basses et rocheuses pour la plupart (figure 2) sont éparpillées ici et là entre les îles de Digges et le havre Ice. Nous les avons presque toutes visitées pendant nos études. Les îles Nuvuk, situées près de la côte,

Figure 4
Carte de l'île de Digges est

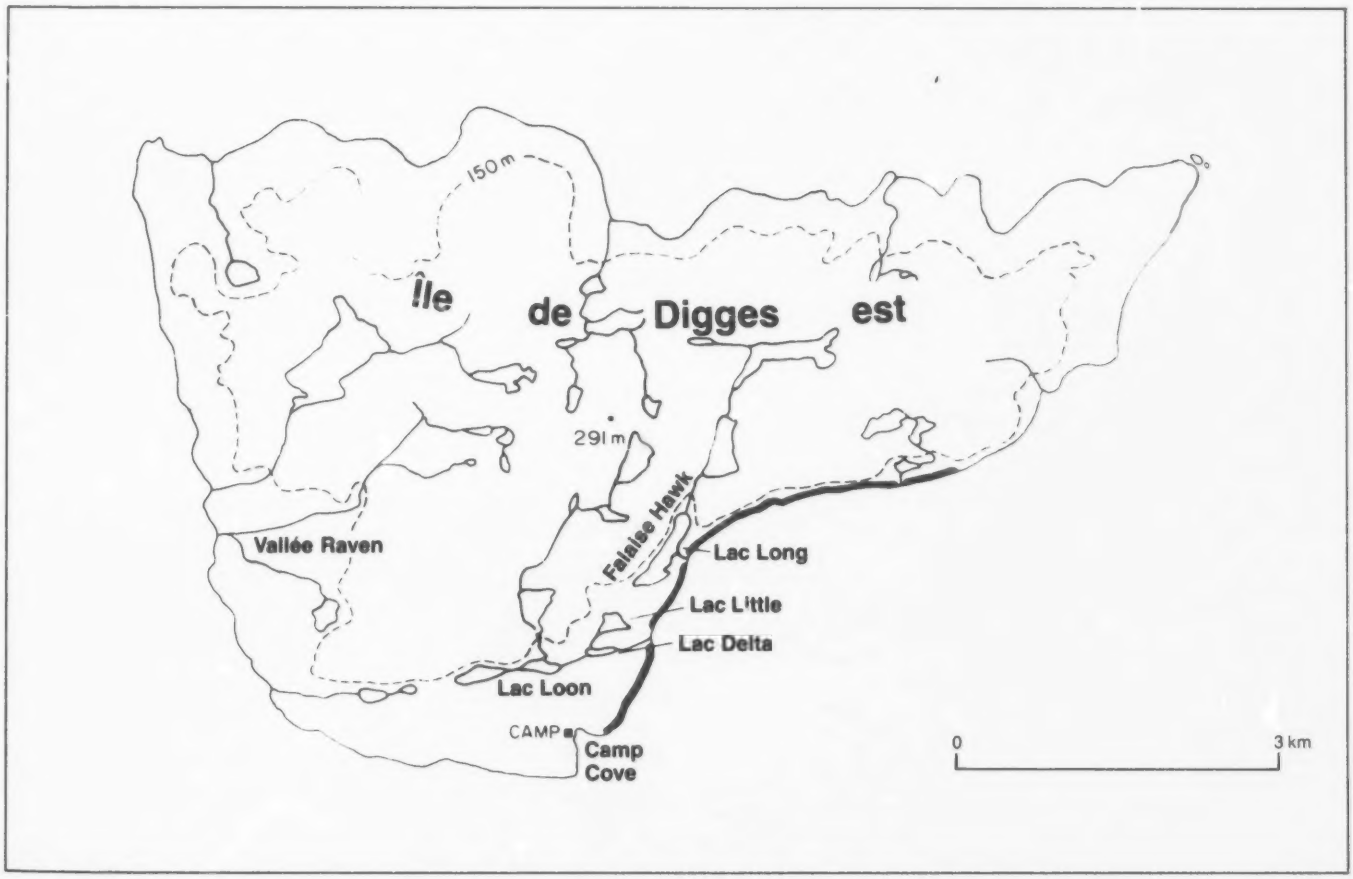
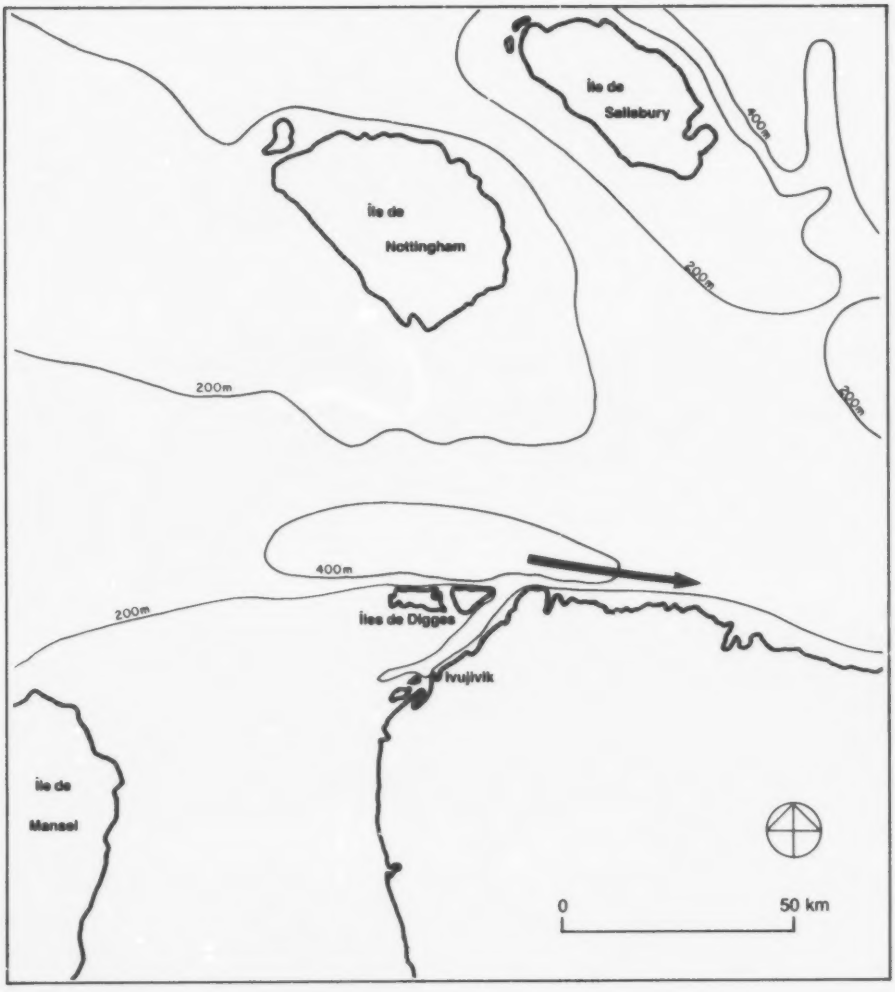


Figure 5
Bathymétrie du nord-est de la baie d'Hudson et de l'ouest du détroit d'Hudson



au sud d'Ivujivik, sont les plus grandes. De nombreux petits îlots et récifs, dont plusieurs accueillent des populations importantes de Guillemots noirs, se trouvent près de ce groupe d'îles. L'île de Fairway, située immédiatement à l'ouest d'Ivujivik, vient au deuxième rang en fait de taille, avec une topographie diversifiée et quelques falaises basses du côté sud.

Les îles Nuvuk sont séparées de la terre ferme par un inlet profond, le havre Nuvuk, qui s'étend vers le sud à partir de la pointe d'Ivujivik. Cet inlet, à son extrémité sud, s'engouffre dans un petit détroit séparant l'extrémité sud de l'île Nuvuk est du continent. La partie la plus étroite de ce chenal n'a que 200 m de large et les eaux sont si peu profondes à certains endroits que les lits de varech, qui recouvrent la plus grande partie des fonds rocheux, flottent près de la surface à marée basse.

Quatre autres îles valent la peine d'être mentionnées. L'îlot de Staffe, à l'extrémité sud du détroit de Digges et à seulement 1,5 km de la terre ferme, possède à l'ouest une falaise abrupte d'environ 100 m de hauteur qui abrite une vaste colonie de Goélands arctiques (Goélands de Kumlien). L'île de Dôme, au sud de l'île de Digges ouest, est bosselée d'une colline en forme de dôme et bordée par une falaise du côté nord. Malgré sa nordicité, elle est recouverte d'un manteau dense de mousse et autres espèces végétales et abrite une petite colonie de Macareux moines. L'île Eider, à l'ouest de l'île de Dôme, est plus grande et assez plate, parsemée de plusieurs petits étangs fréquentés par des Huarts à gorge rousse. Sa végétation est moyennement abondante. L'île Piqiulik, à l'extrémité sud de la région à l'étude, est principalement sablonneuse, différant ainsi des autres îles visitées. Elle abrite une colonie de Sternes arctiques.

Même si la plus grande partie de la côte au sud d'Ivujivik est basse, le littoral est surtout rocheux. Les plages sablonneuses ne se retrouvent que dans quelques anses, comme l'anse Port-de-Laperrière sur l'île de Digges ouest et un inlet peu profond dans l'île Nuvuk est. Les quelques autres plages sont composées principalement de cailloux ou de blocs. L'amplitude moyenne de la marée est de 2 m (Anonyme, 1982).

1.2. Océanographie □

Le détroit d'Hudson forme une fosse dont la profondeur varie de 300 à 500 m au centre et est divisé en deux chenaux à son extrémité ouest par le groupe formé des îles de Salisbury et de Nottingham (figure 5). Le bras sud est plus profond immédiatement au nord des îles de Digges où une dépression en cuvette s'enfonce jusqu'à une profondeur de 500 m. Une langue d'eau profonde et étroite s'étend du sud-ouest de ce bassin jusqu'au détroit de Digges, traverse l'archipel formé par les îles situées au large d'Ivujivik et passe au sud de l'île de Fairway et au nord des îles South Skerries.

Dunbar (1951, 1958, 1972) est d'avis que les eaux du détroit d'Hudson sont du type arctique inférieur, en se basant sur le fait que les eaux atlantiques du courant du Groenland ouest se mêlent aux eaux arctiques du courant du Labrador dans la région située au sud du détroit de Davis. Les eaux du courant du Groenland ouest pénètrent dans le détroit d'Hudson en suivant les eaux de surface, qui se déplacent généralement vers l'ouest du côté nord du détroit.

D'aprés Dunbar aussi, les eaux de la baie d'Hudson sont essentiellement des eaux de l'Arctique supérieur, les eaux de surface étant relativement chaudes en été et subissant un faible brassage vertical. Toutefois, Salomonsen (1965) et Brown *et al.* (1975) classent les eaux de la baie d'Hudson comme des eaux de l'Arctique inférieur, car la limite entre l'Arctique inférieur et l'Arctique supérieur traverse le détroit de Foxe à 200 km au nord-ouest du détroit de Digges. Barber (1968) met en opposition le brassage actif des eaux du détroit d'Hudson, engendré par les forts courants de marée, et le brassage relativement inexistant des eaux de la baie d'Hudson, où la stratification de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous est marquée.

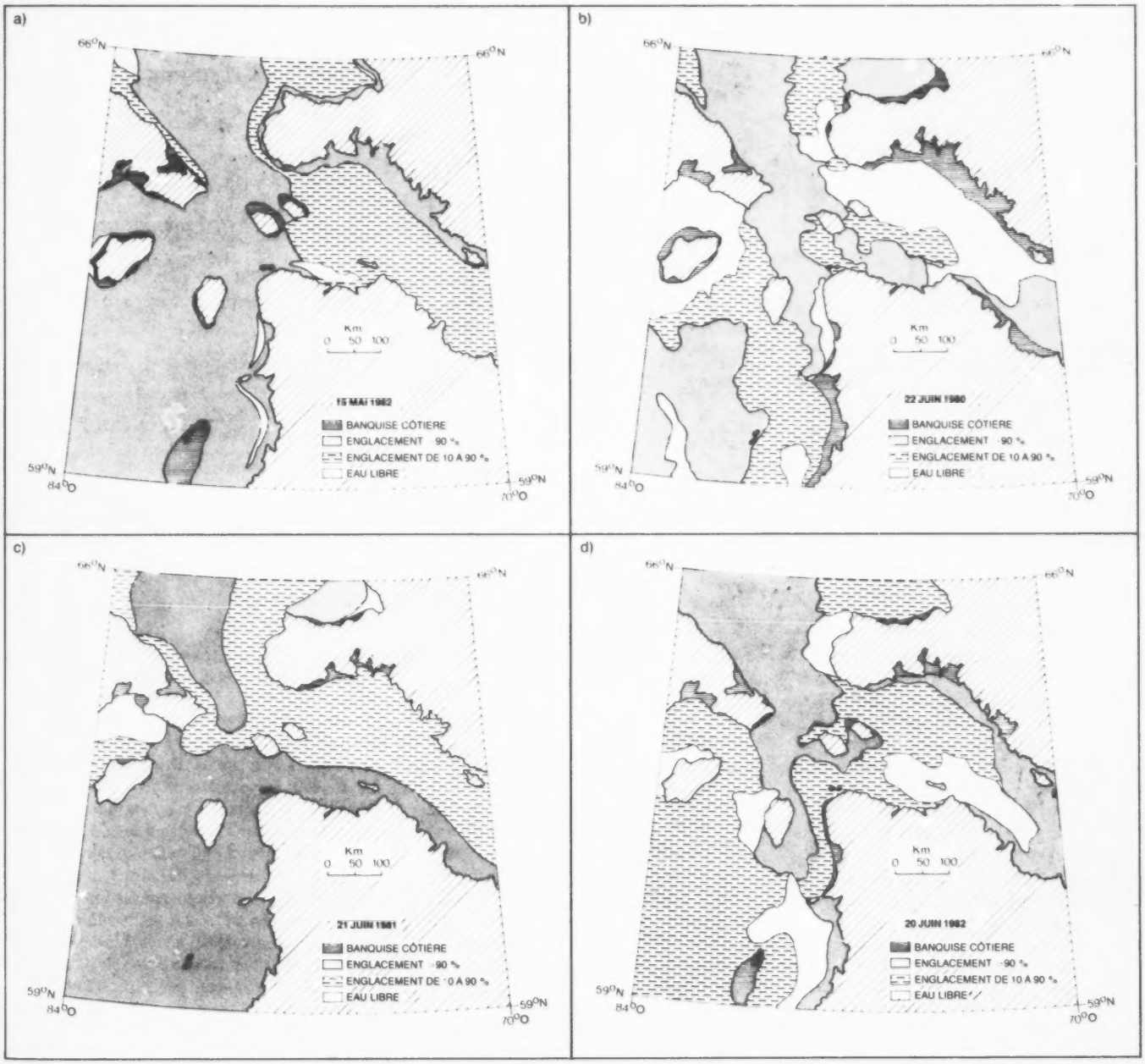
La plus grande partie de la baie d'Hudson a toujours été considérée comme un désert biologique (Huntsman, 1954). L'absence de remontées d'eau froide réduit le cycle des éléments nutritifs minéraux et empêche donc la croissance du phytoplancton. Les concentrations superficielles de chlorophylle au centre de la baie sont semblables à celles observées dans les océans tropicaux désertiques et sont beaucoup plus faibles que les concentrations caractéristiques des eaux tempérées des mers bordières (Anderson et Roff, 1980; Grainger, 1982). Il n'en va pas ainsi à l'est de l'île de Coats et au nord de l'île de Mansel où la productivité biologique est beaucoup plus élevée (Bursa, 1961; 1968). Dans cette région, le débit net sortant des eaux de la baie d'Hudson

et entrant dans le détroit d'Hudson entraîne une brusque variation des températures de surface en août : de 7° C immédiatement au sud-ouest du détroit de Digges à 3° C au sud-est de l'île de Nottingham (Dunbar, 1958). Bien que les configurations des courants autour du détroit de Digges soient dominées par les effets de la marée, le débit sortant général de la baie d'Hudson crée un courant permanent de direction est le long du côté sud du détroit d'Hudson à l'est du cap Wolstenholme (Anonyme, 1979).

Il est difficile d'établir les caractéristiques océanographiques générales des eaux entourant le détroit et ses îles puisque l'étude de l'océanographie physique et biologique de la région a été effectuée de façon assez sommaire, et que le détroit de Digges est à la fois proche des limites séparant l'Arctique supérieur de l'Arctique inférieur et la baie d'Hudson du détroit d'Hudson. Il semble préférable de considérer que leurs conditions sont reliées à l'Arctique inférieur et qu'elles sont plus caractéristiques du détroit d'Hudson que de la baie d'Hudson. Les brusques changements de profondeur de l'eau liés à la présence de fosses profondes et aux puissants courants de marée qui entrent dans la baie d'Hudson et en sortent sont probablement la cause de remontées d'eau et d'un brassage des eaux à grande échelle, ce qui peut aider à accroître la productivité locale.

La présence d'algues benthiques augmente de façon imprécise, mais probablement importante, la productivité marine autour du détroit de Digges. Des bosquets denses de varech à feuilles de 3 à 4 m de longueur couvrent la plus grande partie du fond jusqu'à une profondeur de 10 m. Les gros *Laminaria* deviennent dispersés au-dessous de ce niveau, mais l'*Agarum*, plus petit, y croît en touffes éparses.

Figure 6
Conditions des glaces dans le détroit de Digges
a) en mai 1982, *b*) à la mi-juin 1980,
c) à la mi-juin 1981, *d*) à la mi-juin 1982



1.3. Glaces □

Dans la baie d'Hudson et le détroit d'Hudson, les eaux du large sont complètement recouvertes d'une banquise mobile de janvier à avril (Larnder, 1968). La banquise côtière borde la côte et entoure habituellement les îles de Digges et les archipels voisins. Les habitants de la région se rendent souvent dans les îles en motoneige pendant l'hiver.

La banquise compact du détroit d'Hudson et du nord-est de la baie d'Hudson commence à se disloquer en avril; habituellement, elle disparaît tout d'abord près du chenal côtier permanent au large du cap Dorset. En mai, on trouve de vastes zones d'eau libre près des chenaux côtiers dans le détroit d'Hudson et le long de la côte est de la baie d'Hudson (figure 6*a*). La banquise côtière commence à se disloquer à cette époque de l'année dans le détroit de Digges et, selon les habitants d'Ivujivik, les marmettes commencent également à apparaître dans les chenaux d'eau libre. En 1982, la banquise côtière s'était déjà disloquée dans le détroit de Digges le 16 avril, mais aucune marmette n'y avait encore été observée.

Vers la seconde moitié de juin, période à laquelle les Marmettes de Brünnich du détroit de Digges commencent à pondre leurs oeufs, les conditions des glaces semblent être semblables d'année en année. On trouve d'importantes plaques de glace dense dans l'ensemble de la baie d'Hudson et du détroit d'Hudson, mais des régions plus petites d'eau libre apparaissent également, notamment dans le détroit d'Hudson (figures 6*b*, *c*, *d*). En 1980 et 1981, le détroit de Digges a été parsemé de nombreux disques de glace jusque pendant la deuxième moitié de juillet. En 1982, peu de glaces ont été observées après la première semaine de juillet et il a été possible de se déplacer en bateau à partir de la fin juin. La glace nouvelle ne commence à se former dans le détroit d'Hudson qu'en octobre, période de l'année où la plupart des oiseaux de mer migrateurs sont partis.

1.4. Climat □

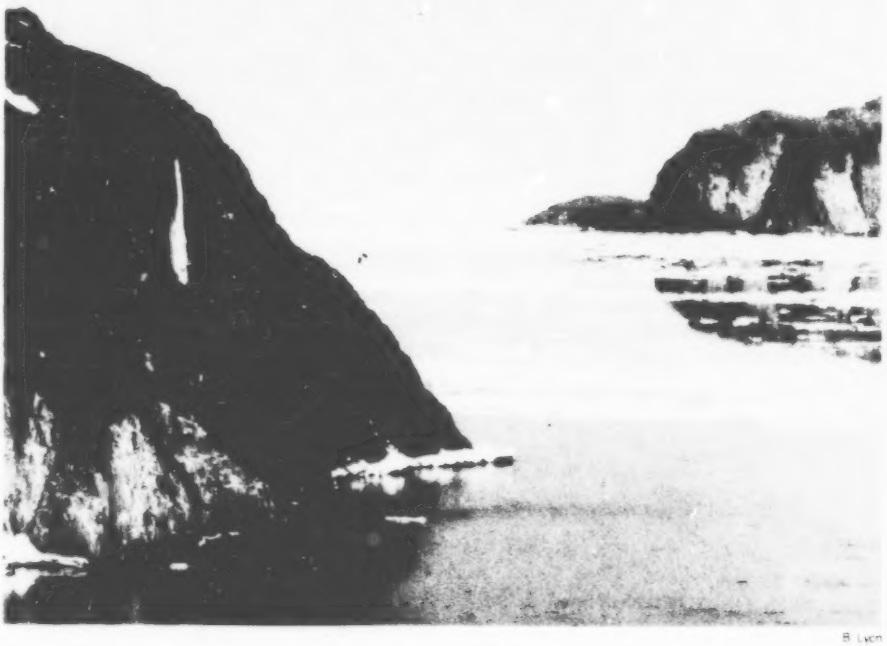
La baie d'Hudson est la région ayant le climat le plus froid de la terre à cette latitude et l'endroit où la limite septentrionale des arbres et la limite méridionale du pergélisol au niveau de la mer s'avancent le plus au sud en Amérique du Nord (Anonyme, 1974). Le détroit de Digges se trouve dans la région climatique du détroit d'Hudson (Maxwell, 1981); comparativement aux autres régions de l'est de l'Arctique canadien, celle-ci se caractérise par de petits écarts annuels de température et un brouillard fréquent. Le climat du détroit de Digges est probablement aussi clément que celui de tout autre endroit où se trouve une colonie de Marmettes de Brünnich. La plupart des colonies situées plus au nord subissent des températures estivales beaucoup plus basses. Pendant certains jours de juillet et d'août, lorsque la température maximale atteignait 20° C, les oiseaux de l'île de Digges qui couvaient en plein soleil semblaient nettement incommodés, haletant énormément et déployant leurs ailes.

La station météorologique la plus proche pour laquelle on dispose d'une longue série de relevés se trouve dans l'île de Nottingham où des observations ont été faites de 1930 à 1970. Les données météorologiques de cette station pour les mois de mai à septembre sont présentées au tableau 1 (Anonyme, 1979).

Pendant tout notre séjour à l'île de Digges, nous avons tenu des relevés météorologiques. Les températures (maximum et minimum quotidiens), les précipitations et la pression barométrique ont été mesurées au camp Cove, mais la vitesse et la direction des vents, la nébulosité et la visibilité ont été observées au plus haut point le long des falaises de la colonie, entre les parcelles D et F (figure 7). Toutes les observations ont été effectuées entre 18:00 et 19:00 (HNE). La figure 8 présente les moyennes des températures maximales et minimales pour sept jours et la fréquence du brouillard et de la pluie.

L'année la plus chaude et la plus sèche a été 1980, le maximum moyen étant au-dessus de 12° C pendant toute la saison et le minimum moyen dépassant 7° C à la mi-août. L'année 1982 a été la plus froide et la plus humide, après un mois de juin sec et chaud, avec des températures minimales ne dépassant jamais 4° C et tombant à 1° C à la fin d'août. L'année la plus brumeuse, 1981, a toutefois été moins brumeuse que la moyenne dans l'île de Nottingham, probablement parce que les observations ont été effectuées en fin d'après-midi, le brouillard du matin s'étant quelquefois dissipé.

Le détroit de Digges, début juillet 1980; l'île de Digges apparaît au premier plan et le cap Wolstenholme, à l'arrière plan



B. Lyon

Tableau 1
Données météorologiques de l'île de Nottingham, de 1930 à 1970 (Anonyme, 1979). Les chiffres de 1980 à 1982 pour l'île de Digges sont donnés entre parenthèses

Mois	Températures moyennes (°C)		Températures extrêmes (°C)		Précipitations		Jours de brouillard‡	Vitesse moyenne du vent (km h)
	Max.	Min.	Max.	Min.	Total mensuel (mm)	Jours de pluie* ou neige		
mai	−1,2	−7,3	8,3	−22,2	16,5	11	2	19,0
juin	4,3	−1,2	18,3	−12,2	21,6	8	7	17,1
juillet	9,7	2,2	22,8	−3,9	31,2	9 (14)	9 (3)	16,2 (15,2)
août	9,2	2,3	20,6	−5,6	35,8	10 (12)	11 (4)	16,2 (17,9)
septembre	3,9	−0,9	19,4	−10,6	37,1	10	6	19,0

*Quantités supérieures à 0,25 mm
‡<0,8 km

Figure 7
Position des parcelles d'étude des Marmettes de Brünnich et des postes d'observation des goélands sur l'île de Digges est. Les parcelles C, G et H sont situées entre les parcelles B et S1

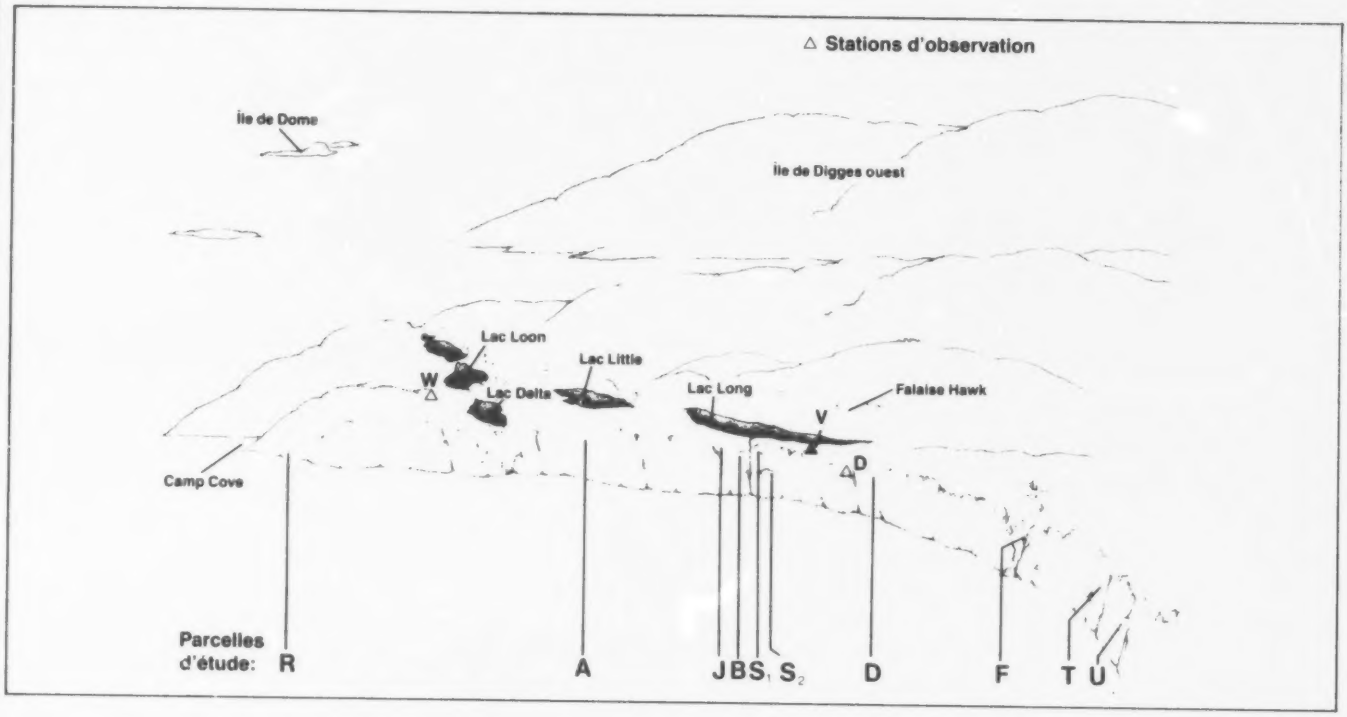
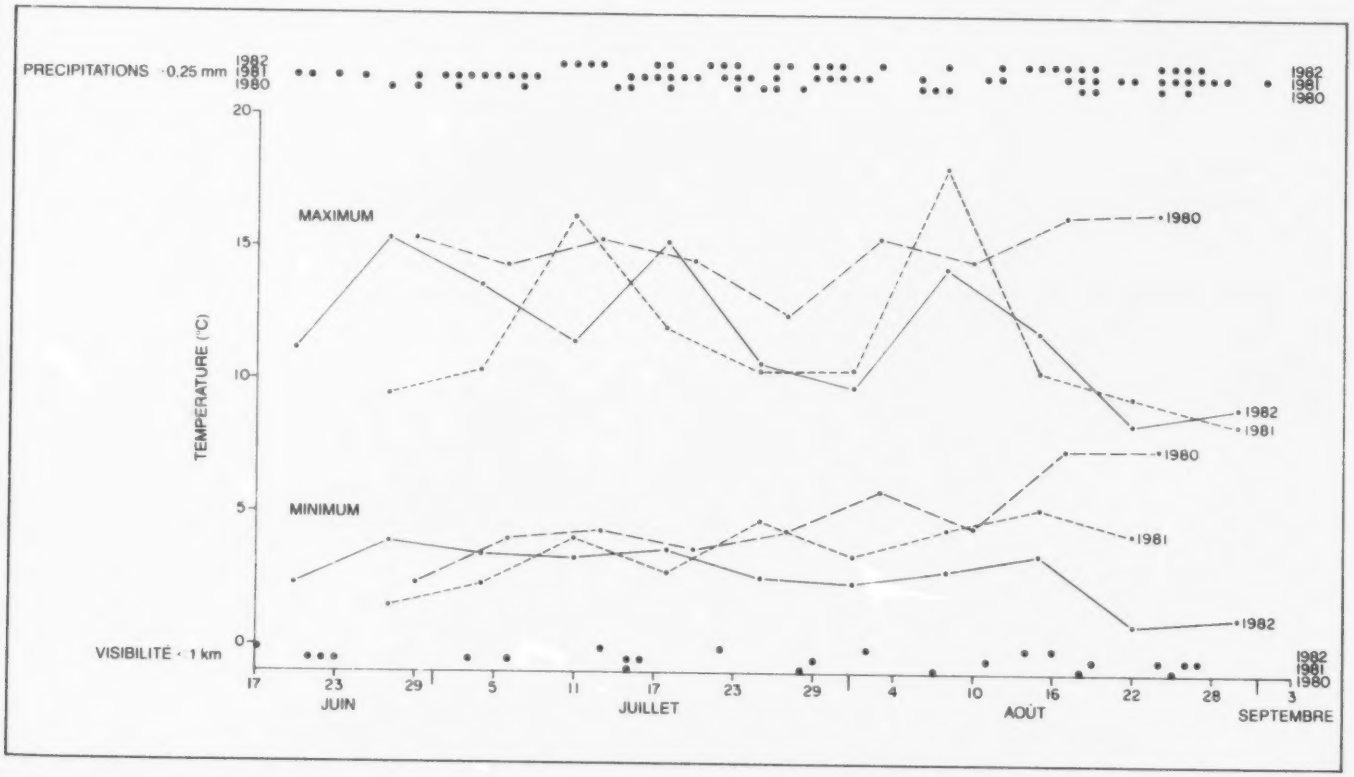


Figure 8
Conditions météorologiques observées dans l'île de Digges pendant les étés 1980, 1981 et 1982



La falaise Uunanaq, avec le cap Wolstenholme à l'arrière plan, en 1955, photo prise par le regretté L.M. Tuck

La même falaise en 1981. Remarquer le «blanc» (fiente des marmettes, comparer surtout le haut des falaises) qui est distribué de la même façon sur les deux photos. Apparemment, la localisation des corniches de nidification a très peu changé au cours des 26 années

2. Les habitants

La seule localité permanente de la région est Ivujivik; on y trouve environ 30 familles inuit pour un total d'environ 200 personnes. L'économie d'Ivujivik, comme celle de la plupart des collectivités inuit de la région, dépend des activités traditionnelles (chasse, pêche, piégeage), de la sculpture (principalement de la pierre de savon) et de subventions provinciales ou fédérales pour la création d'emplois. La chasse et la pêche assurent la plus grande partie de l'approvisionnement en nourriture, du moins en été. Les principales espèces capturées sont l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*), attrapé au filet en grand nombre en juillet et en août, les bélugas, que l'on peut chasser surtout en juin, et les phoques, notamment les phoques annelés, qui sont chassés sur la glace au printemps et en bateau l'été.

Pendant l'été, de nombreuses personnes quittent Ivujivik pour s'établir dans des camps temporaires de chasse et de pêche. Les emplacements les plus recherchés sont le havre Erik, qui sert principalement à la chasse aux phoques et aux bélugas en juin et juillet; le havre Ice et plusieurs emplacements autour du havre Nuvuk, qui servent à la pêche à l'omble chevalier; et un autre près de l'extrémité nord de l'île Nuvuk est servant à la pêche et à la chasse à la baleine. Bien que certaines personnes se rendent périodiquement dans l'île de Digges pour y capturer des marmettes, l'île ne porte aucune trace récente d'un campement près de la colonie.

La capture des oiseaux de mer est une activité traditionnelle de l'économie locale. Habakuk Prickett, représentant de Sir Dudley Digges lors de l'expédition de la baie d'Hudson, a débarqué dans l'île de Digges en 1610 et il est clair, d'après sa description, qu'il a visité la région où nous avions installé nos caches :

> «...nous avons marché le long d'une grande étendue d'eau (le lac Long), qui se trouvait être du côté est de cette colline (la falaise Hawk) : il s'en écoulait un cours d'eau qui semblait propulsé par un immense moulin à eau et qui, au sud, se jetait dans la mer du haut d'une falaise. Une multitude d'oiseaux nichent dans cet endroit...»[1] (Prickett, 1611; *dans* Asher, 1860)

[1]Traduction libre.

Un peu plus loin, Prickett décrit des bâtiments de pierre, probablement situés en aval du lac Delta, où il a trouvés «...pleins d'oiseaux suspendus par leur cou». Il n'a fait aucun commentaire sur les constructeurs mais nous pouvons supposer que c'étaient des Inuit de l'endroit. Lorsque Prickett y est retourné l'été suivant avec le reste des mutins qui avaient abandonné Hudson, il a trouvé des Inuit qui

campaient dans l'île de Digges. Attirés dans leur camp par la promesse de viande de caribou, quatre des Européens ont été tués. Les colonies d'oiseaux de mer ont fait une impression profonde sur les hommes d'Hudson, car aussitôt que le dégel du printemps les a libérés des glaces de la baie James, ils se sont dirigés sans plus tarder vers le détroit de Digges, sans tenter de trouver d'autres sources de nourriture en chemin. En 1615, William Baffin, qui naviguait le long de l'île, y a également relevé la présence d'Inuit (Markham, 1881).

Nous avons trouvé les vestiges d'au moins quatre des bâtiments en pierre décrits par Prickett : deux se trouvaient en amont du lac Delta et deux autres, peut-être plus, dans la vallée abrupte menant du camp Cove au sommet de l'île. Ces constructions semblaient avoir un diamètre d'environ 2 m et, d'après la description de Prickett («en forme de meule de foin»), elles étaient probablement en forme de dôme. Les Inuit d'autres régions ont également utilisé de tels bâtiments pour la chasse. Dans le nord-ouest du Groenland, Freuchen et Salomonsen (1958) soulignent que des bâtiments en pierre servaient de cache pour la capture des Mergules nains, qui étaient cousus de peaux de phoque à l'intérieur pour être conservés plus longtemps. La technique décrite par Prickett semble toutefois ressembler davantage à la méthode utilisée autrefois par les chasseurs d'oiseaux de mer de St. Kilda dans les Outer Hebrides, lesquels utilisaient des chambres en pierres semblables pour sécher le poisson et les oiseaux (Fisher, 1952).

Prickett mentionne que les Inuit utilisaient un noeud coulant à l'extrémité d'une longue perche comme méthode de capture, laquelle montre des affinités remarquables avec les techniques utilisées dans l'île St. Kilda et les îles Féroé. Cette technique n'est plus utilisée par les résidents contemporains d'Ivujivik qui n'essaient pas d'entreposer les oiseaux sur l'île. Ceux-ci ne savaient rien des personnes qui avaient construit les bâtiments en pierre.

Des fouilles effectuées près de notre camp ont permis de découvrir des preuves de l'importance historique des marmettes pour les Inuit. Partout où nous avons creusé sur une superficie de plusieurs dizaines de mètres carrés, nous avons trouvé une couche d'os et de fragments d'os sous la tourbe, reposant à de nombreux endroits directement sur l'assise rocheuse. La plupart des restes identifiables étaient des os de pattes et d'ailes de marmettes adultes très fragiles et très tachés par la lixiviation des pigments éliminés par la tourbe environnante. Comme la plupart des os longs étaient intacts, nous supposons que les chasseurs n'étaient pas accompagnés de chiens.

Il est difficile de s'imaginer que les gens vivant près du détroit de Digges n'aient pas exploité la colonie d'oiseaux de mer. Des fouilles archéologiques à Ivujivik et dans les îles Nuvuk ont indiqué que la région avait été occupée par des cultures successives, en commençant par des peuples du pré-Dorset vers 1500 av. J.-C. (Taylor, 1960, 1962, 1968). Nous pouvons probablement supposer que l'exploitation des oiseaux remonte au moins à cette époque.

Ces dernières années, la cueillette d'oeufs dans la colonie a été modeste. Pendant certaines années, la présence d'une banquise mobile dans le détroit de Digges empêche les bateaux d'Ivujivik d'atteindre la colonie jusqu'à ce que la couvaison soit avancée. Toutefois, lorsque les eaux sont libres lors de la ponte, des équipes organisées visitent l'île de Digges habituellement 4 à 5 fois, utilisant des seaux et des cordes pour descendre les oeufs dans les bateaux qui les attendent. Elles recueillent plusieurs centaines d'oeufs à chaque visite et le total d'une saison peut atteindre 2000 à 3000 oeufs. Les falaises de la terre ferme attirent moins de personnes, car l'escalade y est plus difficile, mais des oeufs y sont quand même prélevés. La cueillette des oeufs se fait dans les emplacements les plus facilement accessibles par bateau et certaines régions sont visitées chaque année. Les oiseaux continuent néanmoins d'occuper ces mêmes emplacements.

Pendant toute la saison, lorsque la navigation par bateau est possible, les gens visitent la colonie pour y tuer des marmettes adultes. La plupart viennent d'Ivujivik, mais des bateaux de Sugluk et de Povungnituk s'y arrêtent également lorsqu'ils passent le long de la côte. La majorité de ces visites sont brèves, une ou deux douzaines d'oiseaux seulement étant tués pour consommation immédiate. Certaines expéditions sont plus sérieuses, permettant de récolter jusqu'à 300 oiseaux qui seront conservés. Des oiseaux sont également abattus en quantité moyenne loin de la colonie, notamment près d'Ivujivik, habituellement pour être consommés à brève échéance.

Le nombre total d'oiseaux adultes abattus ne dépasse probablement pas 2000 pendant une année normale. Les effets directs d'une telle chasse n'ont vraisemblablement pas d'incidence grave sur la population de marmettes. Toutefois, lorsque les chasseurs tirent près des falaises, notamment avec des fusils ou des carabines de calibre .303, des dizaines de milliers d'oiseaux s'enfuient précipitamment des falaises, délogeant les oeufs et les oisillons. Les coups de fusil répétés, notamment lorsque les oisillons sont bien développés et enclins à s'envoler prématurément, causent probablement des pertes élevées. Les oisillons qui s'envolent prématurément périssent presque à coup sûr et des milliers peuvent mourir de cette façon. En 1982, de nombreux «touristes» venant d'aussi loin que Cape Dorset ont visité la colonie pendant un festival qui s'est tenu à Ivujivik et la colonie de l'île de Digges a été perturbée.

3. Milieu terrestre

3.1. Végétation □

Le détroit de Digges est situé à 500 km au nord de la limite forestière la plus septentrionale. De plus, l'élévation à l'intérieur des terres à partir d'Ivujivik et le refroidissement causé par la proximité des eaux englacées de la baie d'Hudson s'associent pour limiter la végétation à des plantes vraiment arctiques. Sur la terre ferme, dans quelques endroits abrités et exposés au sud, un tapis de saules nains forme ce qui ressemble le plus à une forêt dans la région.

En terrain plat, sur les amas de terre, un tapis de graminées (herbe sainte, pâturin), de scirpes et de luzules s'est formé, quelquefois en compagnie de saules arctiques. Dans les régions plus sèches, on rencontre des arbrisseaux nains, comme des arctostaphyles, des airelles et des bruyères blancs de l'Arctique, ainsi que des saxifrages à feuilles opposées dans les endroits à découvert.

Nous avons recueilli toutes les plantes vasculaires que nous avons recontrées. La plupart proviennent de l'île de Digges où nous avons trouvé 102 des 109 espèces relevées (annexe 2). La végétation de l'île est fortement influencée par la présence de la colonie de marmettes. Les régions immédiatement à l'intérieur des terres des falaises sont recouvertes d'un épais tapis de lichens, de mousses et de graminées croissant souvent sur des pentes abruptes qui, en aucun autre cas, ne permettraient l'évolution du sol. Dans certaines régions, il est dangereux de marcher sur ces versants parce que l'épais tapis de mousse humide croît facilement sur les roches sous-jacentes et ne permet pas d'y prendre pied fermement.

Le long des falaises occupées par les oiseaux de mer, une végétation distincte composée de graminées grossières, d'oxyries digynes et de cochlérias officinaux croît sur de larges corniches. À l'extrémité des falaises, la végétation se caractérise par l'abondance des ronces petit-mûrier et d'espèces de linaigrettes et de saules nains. Au début de septembre, les habitants d'Ivujivik visitent l'île de Digges pour y ramasser spécialement des ronces petit-mûrier le long des falaises. L'intérieur de l'île, à environ un kilomètre de la colonie, est comparativement désert; seuls des lichens, des mousses *Rhacomitrium* et des saxifrages à feuilles opposées y poussent.

À des élévations plus faibles, notamment sur les versants sud, la végétation est beaucoup plus abondante et diversifiée. Les plantes vasculaires du camp Cove ont été étudiées assez en profondeur et près de 90 espèces ont été identifiées, dont dix espèces de saxifrages et six de draves printanières. Les fleurs les plus remarquables sont le thé des bois à larges feuilles, une grande marguerite jaune (*Arnica alpina*) et les fleurs d'un pourpre éclatant, des épilobes à larges feuilles. Plu-

sieurs des espèces que nous avons relevées se trouvaient à la limite de leur aire connue de répartition, dont les cochlérias *Draba cinerea* et *D. oblongata* et la pédiculaire *Pedicularis capitata* (Porslid et Cody, 1980).

3.2. Herbivores □

Le lemming variable du Labrador et la Bernache du Canada sont les principaux herbivores vertébrés de la région. Les lemmings de l'île de Digges est étaient rares en 1980. Bien qu'un très grand nombre d'excréments, de pistes et de gîtes hivernaux aient été découverts lors de la fonte des neiges en juin, nous avons vu très peu d'animaux, ce qui permet de supposer que la population avait décliné juste avant notre arrivée. En 1981, nous avons vu régulièrement des lemmings pendant toute la saison; en 1982, nous en avons observé presque quotidiennement le long des sommets des falaises occupées par les oiseaux de mer et il n'était pas rare d'en voir deux ou trois le matin.

En 1980, nous avons remarqué que les lemmings avaient rongé l'écorce des saules l'hiver précédent, indiquant peut-être une pénurie de nourriture. Ce phénomène doit freiner grandement la croissance des saules lorsque les populations de lemmings sont élevées et peut être un facteur limitant la croissance des saules buissonnants le long des falaises occupées par les oiseaux de mer où les densités de lemmings étaient les plus élevées et d'où les saules buissonnants étaient pratiquement absents (même si *Salix herbacea* était répandu).

La Bernache du Canada a montré une tendance inverse à celle des lemmings. Elle se reproduisait fréquemment dans la région entre le camp Cove et l'extrémité est de la colonie de marmettes en 1980, mais seules deux couvées ont été aperçues en 1981 et aucune en 1982. Nos activités peuvent avoir empêché leur reproduction. Plusieurs centaines de bernaches ont mué dans l'île de Digges ouest chaque année où leur broutement avait nettement eu certaines incidences sur la croissance des plantes herbacées autour des lacs où elles se rassemblaient. Des bandes aussi nombreuses pâturaient également dans les régions des îles Nuvuk où la couverture végétale était dense et sur la terre ferme adjacente pendant la migration printanière de juin.

D'anciens visiteurs des îles de Digges mentionnent la présence de caribous. Prickett en a vu 16 lors de sa visite de 1610, mais nous n'avions décelé aucun signe de leur présence sur les îles, à l'exception des vieux bois d'un seul animal. De nos jours, les habitants d'Ivujivik doivent habituellement pénétrer assez loin à l'intérieur des terres pour chasser le caribou, bien qu'un petit troupeau ait fait son apparition au cap Wolstenholme il y a quelques années (A. Mangiuk, communication personnelle). Nous avons trouvé les restes d'un seul lièvre arctique dans l'île de Digges est, mais l'espèce est apparemment très peu répandue dans la région.

3.3. Carnivores □

L'île de Digges est accueille des renards roux et des renards arctiques. En 1981 et 1982, un terrier de renards roux était situé au camp Cove; il abritait au moins six renardeaux en 1981 et trois en 1982. La femelle a déménagé sa famille au sommet de l'île peu de temps après notre arrivée pendant ces deux années.

Les restes de proies trouvés au terrier comprenaient notamment ceux de marmettes adultes (reproductrices, d'après leur condition), et de lemmings. Nous avons vu des renards s'emparer d'oeufs de marmettes sur les falaises et découvert qu'ils s'attaquaient aux jeunes marmettes. Dans certains cas, des douzaines d'oisillons avaient été tués et leurs corps sans tête laissés ça et là sur les corniches. Ce phénomène n'a été observé qu'en 1980, année pendant laquelle nous n'avons trouvé aucun terrier.

En 1982, nous avons trouvé la carcasse d'un renard arctique qui a probablement été tué l'hiver précédent, c'est la seule trace de la présence de cette espèce dans l'île de Digges est. L'espèce est répandue à l'intérieur des terres près d'Ivujivik, et piégée en grand nombre certains hivers.

Les Grands Corbeaux, les Buses pattues, les Gerfauts et les Faucons pèlerins sont les principales espèces de rapaces. Bien que nous n'ayons trouvé aucun nid dans l'île de Digges est en 1980, les corbeaux y étaient très nombreux : jusqu'à 16 ont été observés en un seul jour le long des falaises occupées par les marmettes. De nombreux corbeaux ont également été aperçus le long des falaises de la terre ferme au sud du cap Wolstenholme. Deux couples se sont reproduits en 1981 sur l'île de Digges est. En 1982, ils ont occupé les mêmes lieux ainsi qu'un troisième qui n'avait pas servi en 1981. En 1982, nous avons trouvé un couple de corbeaux dans l'île de Digges est lorsque nous y avons accosté brièvement le 16 avril. Les corbeaux sont des prédateurs importants des oeufs et des oisillons de marmettes. L'analyse des pelotes de réjection a montré qu'ils attrapaient également des lemmings. Les corbeaux n'ont jamais fouillé dans les poubelles autour de notre camp, bien qu'ils les aient survolées presque quotidiennement.

Les Buses pattues étaient abondantes en 1980, année où nous avons repéré sept nids : cinq dans l'île de Digges est, un dans l'île de Digges ouest et un dans l'île de Fairway. En 1981, elles n'ont tenté d'occuper qu'un seul nid qui a été rapidement abandonné, tandis qu'en 1982, elles ont construit deux nids dans l'île de Digges est et un dans l'île de Digges ouest. Il semble que la décimation de la population de lemmings en 1980 ait causé le départ des buses. Cette année-là, seuls quatre nids ont été productifs, abritant des couvées de un, deux, trois et trois petits. Trois de ces nids se trouvaient dans l'île de Digges est où les marmettes semblaient être une proie importante de cette espèce, tout comme le Bruant des neiges. Dans l'île de Fairway, où se trouvait le quatrième nid, les restes de proies provenaient surtout de lemmings; la population de lemmings de cet endroit n'avait peut-être pas subi le même sort que celle de l'île de Digges est.

En 1980 et 1982, des Gerfauts ont niché dans l'île de Digges est au même endroit, près du centre de la colonie de marmettes, produisant un oisillon en 1980 et trois en 1982. Ils ont peut-être également essayé de se reproduire en 1981, mais n'ont pas réussi à élever leurs jeunes. Ils semblaient s'attaquer uniquement à des marmettes et nous avons assisté à plusieurs captures. Dans chacun des cas, le Gerfaut semblait capturer la marmette avec une parfaite aisance, planant au travers de la multitude d'oiseaux entourant les falaises et faisant un crochet apparemment au hasard pour attraper au passage un oiseau qu'il transportait ensuite vers le sommet de la falaise où il le maîtrisait rapidement. Il semble que les Gerfauts prenaient principalement des non-reproducteurs et passaient une bonne partie de leur temps à voler en aller-retour le long des falaises pendant toute la saison (Gaston et Nettleship, 1983). Généralement, les oiseaux reproducteurs gagnent directement leur lieu de reproduction dès leur arrivée et le quittent ensuite rapidement pour s'envoler vers la mer.

Nous avons très peu souvent observé une réaction de panique chez les marmettes à l'apparition d'un Gerfaut. La seule occasion où l'arrivée d'un prédateur a entraîné leur départ en nombre s'est produite lorsqu'une Buse pattue a tenté de capturer une marmette sur la falaise. Il semble que les marmettes s'habituent à la présence de prédateurs, car elles voient quotidiennement des Gerfauts.

En 1981, un autre nid de Gerfaut était situé près du havre Nuvuk et contenait trois oisillons qui se sont envolés dès le 1er août. En 1980, l'oisillon de l'île de Digges est n'est pas sorti de son nid avant le 11 août mais, en 1982, deux jeunes ont pris leur envol le 23 juillet, permettant de supposer que la ponte avait eu lieu au début mai (Cade et Dibgy, 1982).

Nous avons vu régulièrement des Faucons pèlerins dans l'île de Digges est où ils chassaient les marmettes, mais nous n'avons découvert aucun nid sur l'île. En 1981, deux nids abritant chacun deux oisillons étaient situés dans la région. Trois jeunes ont été élevés à l'un de ces emplacements en 1982. Les restes de proies que nous avons examinés provenaient notamment de Pipits communs, de Pluviers à collier et de Guillemots noirs.

3.4. Oiseaux de petite taille □

Nous n'avons découvert que trois espèces de petits passereaux nichant dans la région du détroit de Digges, soit l'Alouette cornue, le Pipit commun et le Bruant des neiges. L'Alouette cornue était rare (un seul nid dans l'île de Digges ouest), mais les deux autres espèces sont répandues. Les dates de ponte que

Compétition entre un renard roux femelle et son petit pour une carcasse de Marmette de Brünnich, île de Digges est, juin 1982

A. Gaston

nous avons relevées nous ont aidé à comparer le déroulement des étapes de la saison de reproduction dans la région du détroit de Digges avec celui observé ailleurs dans l'Arctique.

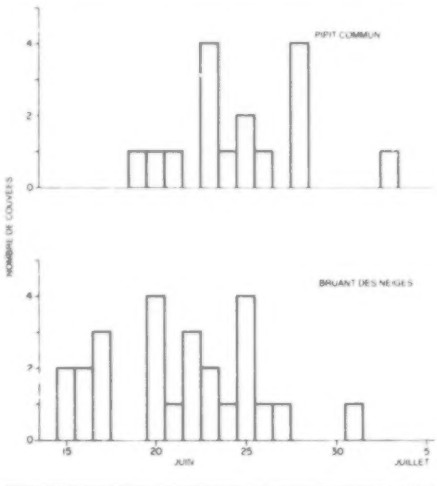
Dans l'île de Digges est, nous avons trouvé 33 nids de Bruants des neiges de 1980 à 1982. La plupart étaient inaccessibles, construits dans des crevasses profondes sur des falaises ou entre des blocs, de sorte que nous n'avons pu obtenir de données sur la période de la ponte que pour 25 d'entre eux. Nous avons calculé la plupart des dates de ponte des premiers oeufs en supposant que la période d'incubation était de 12 jours et que les oeufs avaient été pondus à des intervalles quotidiens (Hussel, 1972). La taille moyenne de la couvée était de 4,64 (ET : ± 0,51) oeufs ($N = 11$). La population de Bruants des neiges était extrêmement dense le long du sommet des falaises de la colonie, soit au moins 14 couples (et probablement deux ou trois de plus) ayant construit leur nid dans une zone de 1,8 km² entre le camp Cove et la parcelle d'étude F en 1980. Les densités semblaient être plus faibles en s'éloignant de la colonie et la différence reflète probablement le développement beaucoup plus marqué de la végétation dans le voisinage de la colonie et, par conséquent, la présence d'un plus grand nombre d'insectes.

Les premiers oeufs de Bruants des neiges ont été pondus le 15 juin et la moitié des couvées étaient commencées le 22 juin (figure 9). Cette ponte est plus tardive que toute autre enregistrée par Hussell (1972), à l'exception de celle de l'île de Devon, à 14° de latitude plus au nord. La reproduction comparativement tardive dans le détroit de Digges peut être due à la baisse de température engendrée par l'englacement des eaux environnantes.

Les 19 nids de Pipits communs que nous avons découverts étaient plus faciles à observer que ceux des Bruants des neiges et nous avons pu évaluer les dates de ponte de 16 d'entre eux à partir d'une période d'incubation de 14 jours observée dans deux nids. La taille moyenne de la couvée était de 5,44 oeufs ± 0,62 ($N = 18$).

Les Pipits communs ont commencé à pondre le 19 juin et la moitié des oeufs étaient pondus le 25 juin. L'échelonnement des dates de ponte était de 17 jours chez le Bruant des neiges et de 15 jours chez le Pipit commun. L'annexe 1 présente une liste complète des espèces d'oiseaux relevées dans la région du détroit de Digges et quelques notes sur celles qui n'ont pas été mentionnées ailleurs dans le texte.

Figure 9
Dates de ponte des premiers oeufs de Bruants des neiges et de Pipits communs à l'île de Digges, de 1980 à 1982



4. Biologie marine

4.1. Plancton

Nous n'avons pas tenté d'échantillonner systématiquement le plancton, et la plupart de nos observations concernent les espèces zooplanctoniques plus grandes qui composent le régime alimentaire des marmettes, des guillemots et des goélands. Les eaux entourant le détroit de Digges, comme dans la plupart des régions englacées pendant l'hiver, connaissent probablement une prolifération rapide du phytoplancton, surtout de diatomées (Bursa, 1968) dès la dislocation des glaces (Grainger, 1979). Ce phénomène pourrait engendrer un accroissement correspondant de la production de zooplancton qui atteint probablement son point culminant en juillet et en août.

En regardant dans les eaux claires du détroit de Digges en juin ou en juillet, on peut toujours voir de gros cténophores, des chétognathes, des copépodes et des ptéropodes. En août, on observe en surface des nuées de vers marins (*Nereis pelagica*) et on voit souvent de grosses méduses. Aucun de ces organismes n'occupe une place prédominante dans les régimes alimentaires d'aucun des oiseaux de mer, bien que nous y ayons découvert des traces de chacun d'entre eux. Les espèces de zooplancton que nous avons trouvées le plus souvent dans les estomacs de marmettes capturées étaient plutôt des amphipodes (*Gammarus, Apherusa, Onisimus* et particulièrement *Parathemisto* spp.) et des mysidacés (*Mysis, Boreomysis*). À la fin d'août, nous avons découvert de grandes quantités de *Parathemisto* sp. échoués sur les plages près d'Ivujivik, mais nous avons rarement vu de gros crustacés ailleurs.

Nous avons recueilli au total 43 espèces d'invertébrés marins de toute origine (tableau 2), ce qui est très peu comparativement aux 260 espèces dénombrées par Grainger (1968) dans la baie d'Hudson. Toutefois, plusieurs de nos relevés étaient intéressants, car ils portaient sur des espèces principalement confinées aux eaux de l'Atlantique, selon Dunbar et Moore (1980), dont *Mysis mixta, Boreomysis nobilis* et *Argis dentata*.

4.2. Poissons

En 1981, nous avons tendu des filets maillants et des pièges à menés, surtout près du havre Nuvuk et également au large des îles de Digges. En 1982, une équipe de l'université Memorial a recueilli des poissons benthiques près des îles Nuvuk à l'aide de fusils aspirants et de salabres.

Nos captures de poissons, comme dans le cas du zooplancton, n'avaient aucun rapport avec le régime alimentaire des oiseaux de mer. Nous avons surtout attrapé au filet maillant des chaboisseaux (*Myoxocephalus*, le «Crazy-fish» des Inuit) et des ogacs.[3] Aucune de ces deux

[3] Le tableau 3 renferme les noms scientifiques des poissons de la région étudiée.

Tableau 2
Invertébrés marins recueillis dans la région du détroit de Digges

	Provenance des spécimens		
	Estomac de marmettes adultes	Estomac de guillemots adultes	Autres
Classe des crustacés			
Ordre des amphipodes			
Sous-ordre des hypérides			
Hyperia galba	+		
Hyperia medusarum	+		
Parathemisto libellula	+		
Parathemisto abyssorum	-		
Sous-ordre des gammarides			
Gammarus wilkitzkii	+	+	Piège à poissons
Ampelisca macrocephala	+	+	
Onisimus nansenii	+		
Ischyrocerus sp.	+		
Rhachotropis sp.	+		
Monoculodes sp.	+		
Pontogeneia inermis	+		
Westprechtia pinguis	+		
Apherusa sp.	+		
Boeckosimus edwardsii	+		
Halicoetis sp.	+		
Ordre des mysidacés			
Boreomysis nobilis	+		
Mysis oculata	+	+	
Mysis litoralis	+		
Mysis polaris	+		
Mysis mixta		+	
Ordre des euphausiacés			
Thysanoessa raschii	+		
Ordre des décapodes			
Lebbeus polaris		+	
Eualus fabricii		+	
Eualus gaimardii		+	
Spirontocaris phippsii		+	
Sclerocrangon boreas	+		
Argis dentata	+		
Axius coarctus			inconnue
Ordre des copépodes			
Calanus hyperboreus	+		
Metridia longa	+		
Euchaeta norvegica	+		
Xanthocalanus sp.	+		
Cyclopina sp.	+		
Ordre des ostracodes			
Conchoecia spp.	+		
Autres invertébrés			
Ordre des céphalopodes			
Gonatus fabricii	+		
Ordre des ptéropodes			
			Omble chevalier dans des filets à plancton
Limacina helicina	+		
Clione limacina			Filet à plancton
Ordre des pélécypodes			
Nuculana minuta	+		
Ordre des chétognathes			
Sagitta spp.	+		Filet à plancton
Ordre des annélides			
Nereis pelagica	+	+	Piège à poissons
Ordre des cténophores			
Beroë sp.			Filet à plancton
Ordre des cnidaires			
Sarsia princeps			Filet à plancton
Aglantha digitale			Filet à plancton

espèces n'a été retrouvée dans le régime alimentaire de la Marmette de Brünnich, bien que les otolithes des petits chabeisseaux puissent avoir été confondus avec ceux d'autres membres de petite taille de la même famille. La recherche de poissons benthiques a été plus fructueuse, permettant de capturer huit espèces, dont toutes celles figurant dans le régime alimentaire des Guillemots noirs adultes ou nicheurs.

L'omble chevalier est la seule espèce de poissons d'importance dans les eaux entourant les îles Nuvuk. Il a été attrapé en très grand nombre au filet maillant par des habitants d'Ivujivik du début de juillet à la fin d'août. Les poissons adultes descendent les cours d'eau peu de temps après le dégel et se nourrissent dans la mer pendant un mois ou deux avant de remonter vers les lieux de frai. En 1955, Tuck a noté que les habitants locaux attrapaient l'omble chevalier principalement au large de l'île de Digges. Personne n'y a toutefois pêché pendant que nous campions sur l'île et il nous a été dit qu'il n'y avait pas d'omble dans le détroit de Digges, bien que nous ayons trouvé quelques petits spécimens dans les lacs Loon et Long sur l'île de Digges est.

En mer, l'omble chevalier s'alimente de proies d'une taille semblable à celle des poissons capturés par les marmettes et il est évident que les régimes alimentaires de ces deux espèces se chevauchent. Nous avons examiné le contenu de plusieurs estomacs d'ombles et découvert qu'ils contenaient des crustacés (surtout des amphipodes) et des ptéropodes, notamment *Limacina*. Les habitants locaux ont mentionné que *Limacina* est le principal aliment de l'omble pendant la dernière partie de la saison et ils prétendent que la chair du poisson qui se nourrit de *Limacina* a une saveur distincte, qu'ils considèrent inférieure à celle du poisson attrapé au début de la saison. Nos observations ont confirmé le fait que *Limacina* est le principal aliment de l'omble en août.

Notre liste de poissons de la région du détroit de Digges a atteint au total 22 espèces (tableau 3), la plupart étant des espèces bien connues de la baie d'Ungava et du détroit d'Hudson, à l'exception de trois, soit le faux-trigle de Nybelin, la lompénie tachetée et le flétan du Groenland, qui n'ont pas été énumérés par Hunter (1968) dans sa liste de poissons marins de la baie d'Hudson. Les différentes populations comprennent un certain nombre d'espèces de l'Arctique inférieur, comme le capelan et le lançon, deux espèces pélagiques se rassemblant en bancs, de même que certaines espèces plus caractéristiques des eaux de l'Arctique supérieur, comme le saïda, le faux-trigle bardé et le faux-trigle maillé. La liste est beaucoup plus longue que celle de six espèces établie à partir des mêmes sources (restes d'aliments et contenu stomacal de Marmettes de Brünnich, de Guillemots noirs et d'autres oiseaux de mer) à l'île du Prince-Léopold, dans

Tableau 3
Liste des poissons marins identifiés dans le détroit de Digges, méthode de capture et zone d'occurrence probable dans la colonne d'eau

Espèce	Provenance des spécimens					Zone de la colonne d'eau
	Marmettes de Brünnich		Guillemots noirs			
	Adultes	Oisillons	Adultes	Oisillons	Captures	
Omble chevalier (*Salvelinus alpinus*)					+	Pélagique (anadrome)
Capelan (*Mallotus villosus*)	+	+				Pélagique
Saïda (*Boreogadus saida*)	+	+	+	+		Pélagique
Ogac (*Gadus ogac*)					+	Benthique
Chaboisseau à épines courtes (*Myoxocephalus scorpius*)				+	+	Benthique
Chaboisseau arctique (*M. scorpioides*)				+		Benthique
Faux-trigle de Nybelin (*Triglops nybelini*)*		+			+	Benthique
Faux-trigle maillé (*T. murrayi*)		+			+	Benthique
Faux-trigle bardé (*T. pingeli*)		+				Benthique
Tricorne arctique (*Gymnocanthus tricuspis*)				+		Benthique
Lompénie tachetée (*Leptoclinus maculatus*)*		+				Benthique
Petite poule de mer arctique (*Eurichrotremus derjugini*)		+				Benthique
Petite poule de mer atlantique (*E. spinosus*)		+				Benthique
Limaces (*Liparis* spp.)						Pélagique
Quatre-lignes atlantique (*Eumesogrammus praecisus*)			+	+	+	Benthique
Stichée arctique (*Stichaeus punctatus*)			+			Benthique
Lompénie naine (*Anisarchus medius*)			+			Benthique
Lompénie élancée (*Lumpenus fabricii*)			+			Benthique
Sigouine rubannée (*Pholis faciata*)			+			Benthique
Unernak (*Gymnelus viridis*)		+				Benthique
Lançon du Nord (*Ammodytes dubius*)		+				Pélagique
Lançon gourdeau (*A. hexapterus*)		+				Pélagique
Flétan du Groenland (*Rheinhardtius hippoglossoides*)*		+				Benthique

*Espèces non relevées dans la baie d'Hudson, d'après Hunter (1968).

le détroit de Barrow, dans des eaux qui appartiennent véritablement à l'Arctique supérieur (Gaston et Nettleship, 1981, et rapport inédit).

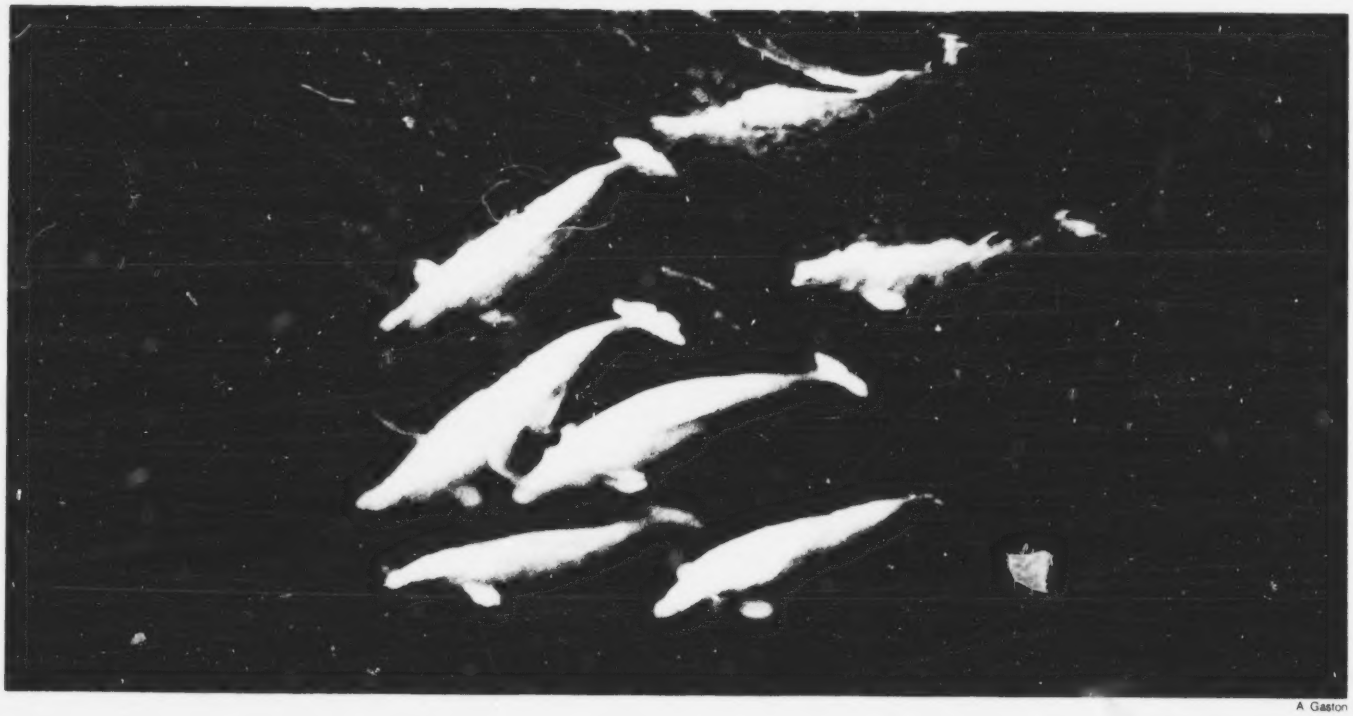
4.3. Mammifères marins

Les oiseaux de mer partagent le sommet de la chaîne alimentaire marine avec certains mammifères marins, dont les odontocètes et les phoques. Fait à remarquer, l'animal le plus gros de la région, la baleine boréale, occupe un rang inférieur dans la chaîne alimentaire, car elle se nourrit de zooplancton pélagique, particulièrement des copépodes, plutôt que de poissons (Lowry et Burns, 1980; Watson, 1981).

La baleine boréale, qui était au centre d'une industrie florissante de chasse à la baleine dans le nord de la baie d'Hudson à la fin du XIX^{e} siècle, est maintenant rare malgré que la pêche commerciale à la baleine ait été interdite en 1915 (Mitchell et Reeves, 1982). Des populations moyennes, et probablement un pourcentage important de la population mondiale actuelle, passent l'hiver dans l'ouest du détroit d'Hudson, au nord du détroit de Digges (K.J. Finley, communication personnelle), mais elles semblent éviter cette région en été. Nous n'en n'avons jamais vu et les habitants d'Ivujivik disent les voir très rarement. Elles ont peut-être joué autrefois un rôle très important dans l'écologie marine de la région.

La seule espèce de cétacés observée en troupes assez nombreuses dans le détroit de Digges était le béluga, qui était très répandu en

Bélugas au pied des falaises de l'île Digges est, juin 1982



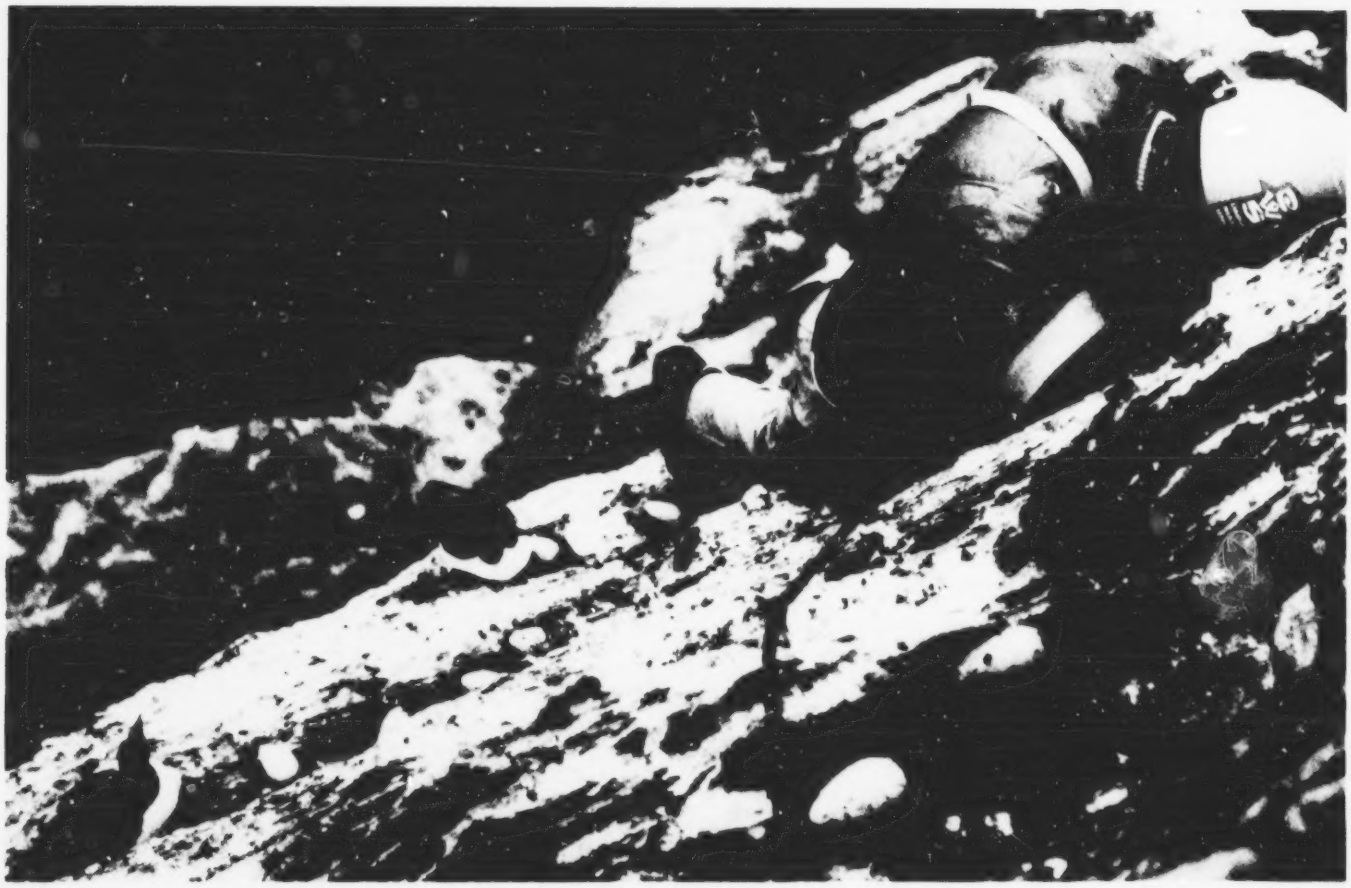
A. Gaston

juin : jusqu'à 71 animaux ont été observés en une seule journée au large de l'île de Digges est. Certaines années, des centaines de bélugas hivernent sous la banquise mobile du détroit d'Hudson (K. J. Finley, communication personnelle); nous avons observé près de 60 animaux entre le détroit de Digges et Ivujivik le 16 avril 1982. Nous n'en avons relevé que de petits nombres après la fin de juin. Nous n'avons vu qu'un seul narval, une femelle, au large de l'île de Digges est en août 1980.

Trois espèces de phoques ont fréquenté la région, le phoque annelé étant l'espèce la plus répandue. Le phoque barbu n'était pas un résident habituel, et le phoque du Groenland était un visiteur rare en juillet et en août. Bien que les phoques soient difficiles à identifier en mer, la fréquence à laquelle ces trois espèces étaient abattues par les habitants d'Ivujivik confirme notre évaluation. Même si des phoques communs (*Phoca vitulina*) ont été observés près de la baie d'Hudson (Mansfield, 1968), nous n'avons vu aucune trace de cette espèce dans le détroit de Digges.

Les préférences alimentaires de toutes les espèces de phoques semblent chevaucher celles des oiseaux de mer. Les phoques annelés et les phoques du Groenland se nourrissent de poissons pélagiques et de zooplancton (Lowry *et al.*, 1980; Ronald et Dougan, 1982); le phoque annelé du détroit d'Hudson se nourrit plus particulièrement de saïdas, d'amphipodes et de mysidacés (McLaren, 1958). Les estomacs de phoques annelés examinés contenaient principalement des amphipodes et quelques otolithes de saïda. L'estomac du phoque barbu capturé au havre Nuvuk contenait exclusivement des centaines de grosses crevettes (*Argis dentata*). Dans la plupart des cas, le régime alimentaire des phoques barbus, qui se nourrissent principalement d'animaux benthiques, dont des mollusques, chevaucherait moins celui des oiseaux de mer que celui des deux autres espèces de phoques (Smith, 1981).

L'ours blanc, qui se nourrit surtout de phoques annelés et de phoques barbus (Stirling et Archibald, 1977; Smith, 1980), se trouve au sommet de la chaîne alimentaire marine. Nous n'avons dénombré que trois ours pendant notre séjour et même s'ils doivent être très répandus en hiver, un maximum de cinq à dix animaux sont abattus chaque année par les chasseurs d'Ivujivik. Les ours blancs ne semblent pas exercer une forte influence sur l'écologie du détroit de Digges.



Les oiseaux de mer

1. Populations et colonies

1.1. Eiders

L'Eider à duvet niche sur la plupart des petites îles situées dans le sud et l'ouest du détroit de Digges. Le recensement des populations par dénombrement des nids a été effectué dans les îles Nuvuk et les régions avoisinantes, mais n'a pas eu lieu dans les îles situées au sud des îles de Digges : à ces endroits, les populations ont été évaluées par observation du nombre de nids et d'oiseaux adultes. La récolte massive des oeufs et du duvet par les Inuit de l'endroit, qui ont éliminé ainsi les preuves de nidification, a compliqué le recensement dans la région de Nuvuk. Nous avons voulu recenser tous les nids qui auraient été actifs s'ils n'avaient pas été exploités et nous avons donc inclus dans l'étude les nids bien définis mais vides. Néanmoins, il est probable que nos chiffres soient inférieurs au nombre réel d'eiders qui ont essayé de nicher parce que nous n'avons pas compté les nids dont les oeufs et le duvet avaient été enlevés par les Inuit ou dont le duvet avait été emporté par le vent.

Les nids d'eiders étaient très nombreux sur les îles South Skerries et sur l'île Mitik (tableau 4). Ailleurs, la densité des nids avait tendance à être faible, en particulier sur les grandes îles et sur le continent. Les activités humaines d'exploitation peuvent expliquer assez facilement cette répartition. Peu de personnes visitent les îles South Skerries parce qu'elles sont éloignées de la voie de navigation régulière entre Ivujivik et le havre Ice. Il n'y a pas de collecte d'oeufs sur l'île Mitik, probablement parce qu'elle est située dans un plan d'eau douce et qu'elle n'est accessible que par portage.

Il se peut que les îles proches du continent aient hébergé autrefois des populations d'eiders beaucoup plus nombreuses. D'après les Inuit de l'endroit, il y a beaucoup moins d'eiders sur les rochers Piqiulit, et le nom de ces îles («lieu de récolte des oeufs») laisse entendre qu'elles ont été exploitées pendant plusieurs années. Les Inuit d'Ivujivik abattent souvent des eiders pour leur subsistance, et la concentration de la chasse le long de la côte a probablement renforcé la tendance des oiseaux à nicher sur les îles au large des côtes.

Tableau 4
Nombre estimatif d'Eiders à duvet reproducteurs dans la région du détroit de Digges, entre le cap Wolstenholme et l'île Piqiulik

Région	Évaluation de l'effectif (couples)	Minimum–maximum
Îles Nuvuk et environs		
Îles Pitsulak City, Green, Yellow et Black	40	30–55
Île Nuvuk ouest:		
continent	40	25–60
île Mitik	55	45–65
Île Nuvuk est	20	8–50
Île Kingatuayu et rochers Piqiulit	27	25–31
Île Piqiulik	12	8–16
South Skerries	158	143–181
Autres îles	6	4–16
Total	358	288–474
Îles au sud des îles de Digges		
North Skerries	20	10–50
Île de Fairway	10	5–20
Île Eider	30	15–50
Île de Midway	15	10–25
Îlot de Staffe	5	4–7
Petites îles au large de l'île de Digges ouest	15	10–25
Total	95	54–177
Grand total	453	342–651

Nous avons souvent observé des Eiders remarquables dans le secteur d'étude, surtout au début de l'été. Aucune preuve définitive de nidification n'a été relevée, bien que parfois nous ayons vu des femelles seules. En général, nous avons observé des groupes comptant moins de 50 oiseaux, mais en 1983, à la mi-juillet, nous avons observé de grandes volées comptant plusieurs milliers d'oiseaux à l'ouest et au sud-ouest des îles de Nuvuk. L'épaisse couverture neigeuse tardive qui recouvrait les aires de reproduction de l'île de Baffin et les environs du bassin Foxe a pu empêcher les oiseaux de se reproduire cette année-là (F.G. Cooch, communication personnelle).

1.2. Goélands

Trois espèces de goélands de grande taille nichent dans le détroit de Digges : le Goéland bourgmestre, le Goéland arctique et le Goéland argenté. Ceux-ci forment des colonies clairsemées pouvant atteindre 100 couples. les Goélands bourgmestres et les Goélands arctiques cohabitant souvent dans la même colonie. Certains Goélands bourgmestres nichent en couples isolés. Alors que la plupart des Goélands bourgmestres et tous les Goélands arctiques nichent sur des corniches de falaises, les Goélands argentés et quelques Goélands bourgmestres nichent sur des surfaces plates de petites îles au large des côtes ou, dans le cas des Goélands argentés seulement, sur des lacs de l'intérieur.

Nous avons exploré toutes les côtes et les îles jusqu'à Sugluk à l'est et l'île Piqiulik au sud pour localiser les goélands reproducteurs. Les oiseaux étaient concentrés surtout sur le côté est de l'île de Digges est et en face des falaises du continent jusqu'à l'îlot de Staffe, au sud, où nous avons observé six colonies différentes et de nombreux couples éparpillés de Goélands bourgmestres et de Goélands arctiques (figure 10).

Les Goélands argentés nichent seulement sur l'îlot de Pitsulak City, les rochers Piqiulit et des lacs de l'intérieur en face du havre Nuvuk. Nous les avons souvent observés près du havre Nuvuk et à Port-de-Laperrière, sur l'île de Digges ouest, et parfois entre les îles situées au sud et à l'ouest de l'île de Dome. Sur l'île de Digges est, nous ne les avons recensés qu'une ou deux fois chaque année et rien ne prouve que les Goélands argentés se sont nourris d'organismes morts près de la colonie de marmettes d'un côté ou de l'autre du détroit. Nous n'en n'avons pas observé sur le côté sud du détroit d'Hudson à l'ouest de l'inlet Sugluk.

Bon nombre de colonies de goélands n'ayant été visitées qu'une fois ou deux et de façon irrégulière, nous n'avons pu obtenir de bonnes évaluations du nombre de couples reproducteurs que dans quelques cas seulement. Pour une colonie des îles de Digges (S2 ou nº 5 de la figure 10), nous avons obtenu des données complètes sur le nombre d'oiseaux présents en fonction de l'heure de la journée et de la date, et nous nous en sommes servi pour évaluer le nombre de couples reproducteurs des colonies que nous n'avons pu visiter qu'une

seule fois (annexe 3). Les îles de la région des îles Nuvuk ont fait l'objet de recherches minutieuses sur le sol mais la récolte des oeufs par les habitants et le faible taux de reproduction des goélands ont gêné notre travail de recensement. Nous avons compté les nids sans oeuf seulement lorsque la cavité du nid semblait avoir été entretenue récemment.

En combinant les données de toutes les années et en supposant que les populations sont restées stables, nous avons calculé que la région étudiée hébergeait 170 couples de Goélands bourgmestres (dont 70 environ se trouvaient à moins de 1 km de la colonie de marmettes), quelque 350 couples de Goélands arctiques (dont environ 110 se trouvaient à moins de 1 km des marmettes) et environ 30 couples de Goélands argentés (tableau 5).

1.3. Sternes arctiques □

Les Sternes arctiques nichent à deux endroits près de la limite sud de la zone d'étude. En juillet 1983, nous avons visité l'île Piqiulik, basse et sablonneuse, mais nous n'avons pu effectuer un dénombrement convenable parce que des vandales avaient receuilli beaucoup d'oeufs de sternes et les avaient laissés en tas. D'après le nombre de nids que nous avons trouvés et le nombre d'oeufs laissés en tas, il devait y avoir de 45 à 90 couples reproducteurs.

L'autre colonie de Sternes arctiques était située à la pointe Aulassivik et dans l'île Aulassivik, qui sont toutes deux des formations rocheuses basses. Il est probable que les sternes nichent aux deux endroits, mais nous n'y sommes pas descendus pour confirmer ce fait. D'après le nombre de sternes présentes dans la région, nous avons évalué à 15 le nombre de couples reproducteurs. Chaque année, beaucoup de sternes, probablement de passage, se rassemblent autour des îles Nuvuk en août.

Figure 10
Position des colonies de goélands dans la région du détroit de Digges

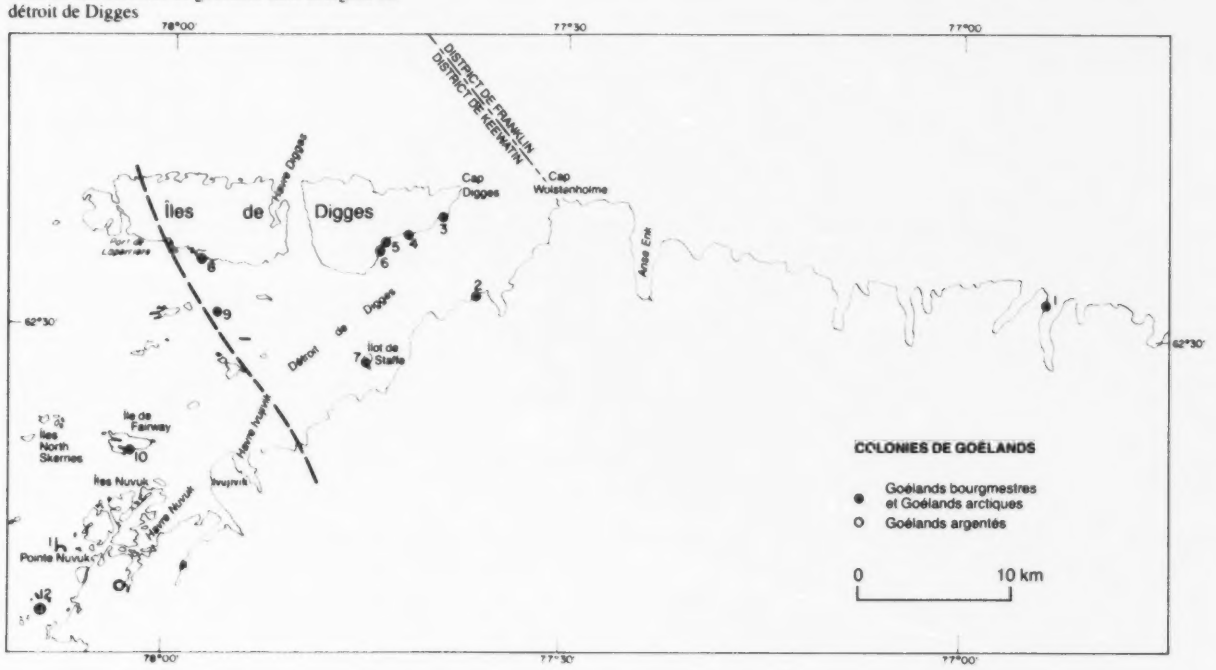


Tableau 5
Dénombrement et évaluation de la population reproductrice de goélands dans la région du détroit de Digges (le numéro de la colonie renvoie à la figure 10)

Colonie	Date de la meilleure évaluation	Goéland bourgmestre			Goéland arctique			Goéland argenté		
		Dénombrement	Évaluation (couples)	Limites à 95 %	Dénombrement	Évaluation (couples)	Limites à 95 %	Dénombrement	Évaluation (couples)	Limite à 95 %
1. Cap Révillon	19 juillet 1980	10–15	7–11	5–18	105–120	78–89	56–146			
2. Anse Akpa	3 juillet 1982	10	7	5–11	120	82	60–127			
3. Île de Digges est, Z	14 juillet 1982		17*			10*				
4. Île de Digges est, U	14 juillet 1982		8*			10*				
5. Île de Digges est, S2			21*							
6. Île de Digges est, A	14 juillet 1982		9*			12*				
7. Îlot de Staffe	3 juillet 1982	15	10	7–16	185	126	92–196			
8. Île de Digges ouest	14 juillet 1982		2*		36	24	12–18			
9. Îlot B	14 juillet 1982		10–15*							
10. Île de Fairway	8 août 1980	35	28	21–44						
11. Pitsulak City	6 août 1980								3*	
12. Rochers Piqiuliit	juillet 1983		6*						7*	
13. Colonie des lacs	2 août 1980							30	24	18–34
Cap Wolstenholme — Anse Akpa (couples dispersés)			25							
Autres couples dispersés			25							
Totaux approximatifs			180			350			34	

*Évaluation à partir des dénombrements de nids occupés.

1.4. Godes □

En août 1979, nous avons observé plusieurs Godes à destination et en provenance des falaises du côté ouest de l'anse Akpa, parmi le petit groupe de Marmettes de Brünnich qui constituent l'extrémité sud de la colonie du continent. Les années suivantes, nous avons visité la même région plusieurs fois mais nous n'avons vu des Godes qu'une seule fois. Ailleurs, un Gode a été vu sur un site parmi des Marmettes de Brünnich sur l'île de Digges est, le 25 août 1980 et le 20 août 1981; autrement, nous avons huit inscriptions, la plupart sur l'eau dans le détroit de Digges, mais incluant un oiseau volant au-dessus de Pitsulak City et deux oiseaux volant juste au large de l'îlot de Staffe.

D'après la fréquence des observations et le fait qu'elles étaient réparties sur trois ans, nous sommes portés à croire que quelques Godes, peut-être six couples, peuvent nicher dans le détroit de Digges. Ceux-ci sont difficiles à identifier parmi le grand nombre de Marmettes de Brünnich. Toutefois, nous sommes incapables de prouver avec certitude la nidification de ces oiseaux. À part cela, les aires de nidification connues les plus proches de cette espèce sont celles de la baie Nain, au Labrador, ou de l'ouest du Groenland.

1.5. Marmettes de Brünnich □

Les colonies de Marmettes de Brünnich, qui forment un élément marquant de la biologie du détroit de Digges, occupent les falaises les plus escarpées et les plus hautes de toute la côte de la baie d'Hudson et du détroit d'Hudson. Des falaises de même hauteur composent le littoral sud du détroit d'Hudson jusqu'à Sugluk, mais aucune n'est aussi escarpée que celles qui bordent le détroit de Digges. Ainsi, pour les Marmettes de Brünnich, les côtes du détroit de Digges constituent une excellente zone de nidification inégalée jusqu'à l'île Akpatok, dans la baie d'Ungava, à plus de 400 km de là.

Les marmettes reproductrices occupent les falaises de chaque côté du détroit de Digges sur une distance d'environ 12 km. Elles pondent leurs oeufs partout où il y a des corniches étroites, soit juste au-dessus de la zone de plongée jusque sous le sommet des falaises, dont celles d'Uumanaq et de Kinginnijuac, près du cap Wolstenholme, qui s'élèvent à plus de 300 m au-dessus de la mer. À certains endroits, en particulier du côté est du détroit, il y des parties de falaises inoccupées même si les corniches sont propices à la nidification. Un lichen orange (*Caloplaca*) abondant pousse sur les falaises de ces régions et les corniches sont couvertes de gazon herbeux. Par contre, sur l'île de Digges est, les Marmettes reproductrices empiètent sur les corniches herbeuses à plusieurs endroits de telle sorte que l'herbe est détruite et la tourbe sous-jacente est rapidement érodée. Il se peut qu'un déplacement progressif du centre de gravité de la population du continent vers l'île soit en cours.

Il est difficile de dénombrer des colonies aussi immenses que celles du détroit de Digges. Selon Tuck (1955), il y avait trois millions d'oiseaux, ce qui représente un million de couples reproducteurs, mais la méthode qu'il a utilisée pour obtenir ces données semble avoir été très approximative. Nous avons décidé de nous fier aux dénombrements effectués à partir d'agrandissements de photographies en noir et blanc parce que seules de petites parties de la colonie peuvent être observées à partir du sol. Il est pratiquement impossible de compter les marmettes à partir d'une petite embarcation parce que l'observateur est incapable de se rappeler exactement les zones qu'il a couvertes. Ce type de dénombrement ne peut être effectué qu'au moyen d'un télescope sur trépied planté fermement dans le sol.

Pour améliorer la précision de notre évaluation, nous avons dénombré les oiseaux de certaines régions directement à partir du sommet de la falaise afin d'obtenir un facteur de correction applicable aux dénombrements fondés sur les photographies. Pour les dénombrements de correction, nous avons essayé de choisir des côtes qui faisaient face au large et qui étaient donc caractéristiques de la plupart des falaises occupées. Pour comparer les dénombrements effectués à différentes dates, nous avons utilisé des facteurs de conversion (rapport *K*) provenant des dénombrements quotidiens effectués dans nos secteurs d'étude afin de convertir le nombre d'individus en nombre équivalent de couples reproducteurs (voir 3.2.1. dans la section «Les oiseaux de mer»).

Dans le cas de l'île de Digges, les photographies utilisées pour le dénombrement ont été prises le 30 juillet 1980. Nous y avons compté un total de 125 000 oiseaux et un facteur de correction moyen de 2,4 (ET ± 0,19) a été calculé pour les populations recensées à partir du sol (Nettleship et Middleton, données inédites; annexe 4). La plupart des populations recensées à partir du sol étaient situées près du sommet des falaises et donc parmi les plus difficiles à dénombrer. Il est possible que cela ait pu biaiser quelque peu notre évaluation, aussi avons-nous adopté un facteur de correction de 2. Le rapport *K* dérivé des dénombrements effectués simultanément dans nos secteurs d'étude était de 0,72 et le nombre de couples reproducteurs a été évalué à 125 000 × 2 × 0,72 = 180 000 couples. Un facteur de correction de 1,5 (inférieur à tous ceux calculés sauf un) donne une évaluation correspondante de 135 000 couples, tandis qu'un facteur de correction de 2,4 donne un évaluation de 216 000 couples. Le chiffre réel est certainement compris entre ces deux valeurs.

La colonie du continent a été impossible à dénombrer, aussi avons-nous utilisé le facteur de correction obtenu dans le cas de l'île de Digges et le rapport *K* calculé pour la date indiquée. Les photographies qui ont servi au recensement ont été prises le 3 juillet 1982 et ont donné un compte de 79 000 oiseaux. À l'aide d'un rapport *K* de 0,68 et d'un facteur de correction de 2, nous avons obtenu une évaluation de 79 000 × 0,68 × 2 = 107 000 couples reproducteurs, avec des valeurs minimale et maximale (facteurs de correction de 1,5 ou de 2,4) de 81 000 et de 129 000 couples reproducteurs. De cette façon, la meilleure évaluation du nombre de Marmettes de Brünnich dans tout le détroit de Digges est de 287 000 couples (île de Digges est : 180 000; cap Wolstenholme : 107 000), le nombre réel étant probablement compris entre 216 000 et 345 000 couples. Compte tenu des limites de nos méthodes, nous préférons arrondir ce nombre à 300 000 couples.

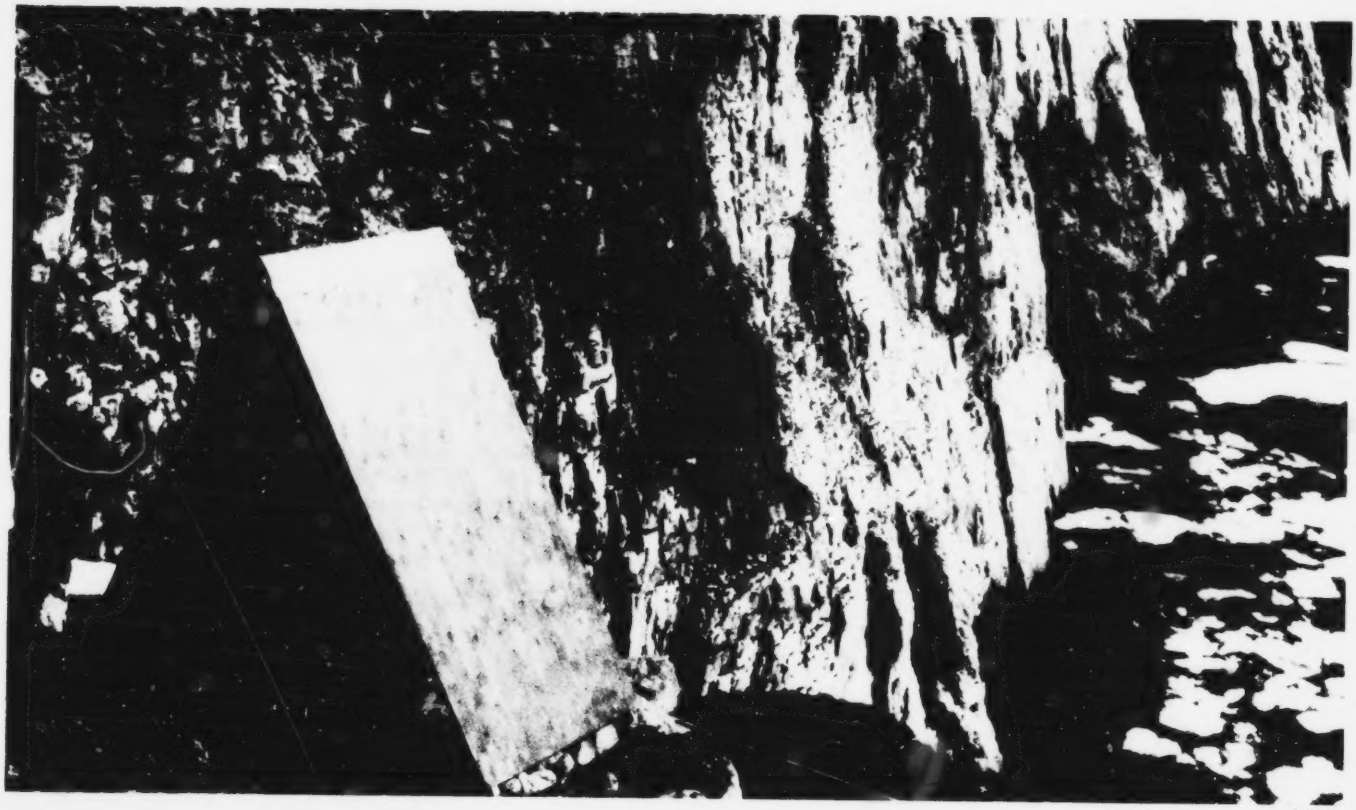
1.6. Guillemots noirs □

Les Guillemots noirs occupent toute la zone du détroit de Digges, nichant sur les falaises du continent et sur les îles partout où il y a des crevasses rocheuses ou des amas de blocs propices à la nidification à moins de 100 m de la mer. Ils étaient très nombreux au voisinage des îles Nuvuk.

Il est difficile d'évaluer les populations nicheuses de Guillemots noirs à partir de visites occasionnelles des zones de reproduction. Le nombre d'oiseaux sur l'eau au large des côtes et sur les rochers proches de leurs nids varie énormément selon l'heure de la journée, atteignant en général un maximum aux premières heures de la matinée et un minimum au milieu de l'après-midi (Cairns, 1979). La recherche des nids exige beaucoup de temps et une fois que les parents ont cessé de couver leurs oisillons, ce qui survient environ cinq jours après l'éclosion, les nids ne peuvent pas être repérés grâce à l'agitation des adultes. Toutefois, lorsque les oisillons sont grands, l'abondance d'excréments donne souvent un indice de leur présence. Beaucoup de nids sont situés hors de la vue dans des anfractuosités à angle droit avec les entrées ou parmi des enchevêtrements de blocs. Dans certains cas, le nid peut avoir plusieurs ouvertures.

Nous avons recueilli des données sur les populations de Guillemots noirs de deux façons. Sur les îles situées au sud et à l'ouest des îles Nuvuk, nous avons effectué des recherches extensives pour dénombrer avec précision les nids pendant la période d'incubation. En même temps, à Pitsulak City, nous avons dénombré les oiseaux présents dans la colonie et sur l'eau à proximité afin de comparer ces dénombrements au nombre de couples reproducteurs (annexe 5). Nous avons utilisé les données de Pitsulak City pour corriger les dénombrements effectués au cours de visites uniques dans d'autres régions, bien que ces évaluations soient grossières étant donné que les dénombrements n'ont généralement pas été faits pendant la période optimale de la matinée. Les évaluations démographiques résultantes figurent dans le tableau 6, ainsi que les valeurs minimale et maximale approximatives.

Notre cache surplombant la parcelle S2, juin 1982



A. Gaston

L'île Green et l'îlot de Pitsulak City (à l'arrière plan), vus de l'île Yellow, août 1981

D. Cairns

Tableau 6
Nombre estimatif de Guillemots noirs se reproduisant dans la région du détroit de Digges, entre le cap Wolstenholme et l'île Piqiulik

Région	Évaluation de l'effectif (couples)	Minimum–maximum
Îles Nuvuk		
Pitsulak City	190	185–195
Île Green	100	85–115
Île Yellow	18	16–22
Île Black	14	12–16
Île Nuvuk ouest	4	0–10
Île Nuvuk est	4	0–10
Rochers Piqiuliit 2	12	12–12
3	1	1–1
5	29	28–30
7	2	2–3
Île Kingitauyu	10	5–15
Île Qitik	7	5–10
Continent	5	0–10
South Skerries 1	8	7–9
2	5	4–6
4	48	40–60
Île Piqiulik	3	3–4
Total	460	405–528
Îles au sud des îles de Digges		
North Skerries	10	5–25
Île de Fairway	20	15–50
Îles de Dôme et Eider	50	30–100
Île innommée (îlot A)	15	10–25
Île de Midway	15	10–30
Île de Staffe	100	50–250
Continent, d'Ivujivik à l'anse Akpa	20	10–50
Total	230	130–530
Îles de Digges et détroit de Digges		
Île de Digges ouest	80	30–200
Île de Digges est	60	40–150
Continent, au nord de l'anse Akpa	40	20–100
Total	180	90–450
Grand total	870	625–1508

Les guillemots étaient particulièrement nombreux à Pitsulak City et sur l'île Green, qui, ensemble, abritent environ le tiers de la population totale de la région. L'abondance des guillemots dans cette région est probablement attribuable à la présence de vastes plans d'eau de moins de 40 m de profondeur que les guillemots recherchent pour se nourrir. Les plans d'eau situés au nord et à l'est de la région des îles Nuvuk sont, dans la plupart des cas, beaucoup plus profonds et probablement moins appropriés à l'alimentation du guillemot. Dans la région des îles Nuvuk, l'emplacement du nid ne semble pas être un facteur limitatif de la reproduction du guillemot, étant donné que nous avons trouvé sur la plupart des îles des crevasses apparemment appropriées mais inutilisées.

1.7. Macareux moines

La présence de Macareux moines dans le détroit de Digges a été signalée au cours d'une seule observation faite par McLaren (*dans* Todd, 1963) en 1960. La présence d'une petite colonie sur l'île de Dome a été relevée au cours d'un inventaire préliminaire effectué par Gaston et Malone (1980), mais la reproduction de ces oiseaux n'a été confirmée qu'en 1981 lorsque nous avons trouvé des oeufs sur l'île de Dome et à Pitsulak City. Tous les nids que nous avons trouvés étaient dans des crevasses naturelles plutôt que dans des terriers, ce qui rendait leur identification difficile.

En 1982, nous avons compté jusqu'à 45 oiseaux sur l'île de Dome et au voisinage, mais nous n'avons relevé que 12 nids actifs sur l'île. Nous avons vu jusqu'à 18 oiseaux sur l'eau près de Pitsulak City à quelques reprises, mais nous n'avons pu localiser qu'un seul nid actif. Des couples isolés peuvent nicher sur d'autres îles, comme les North Skerries, mais nous n'avons pu confirmer cette hypothèse. Adami Mangiuk a déclaré avoir observé 150 macareux en octobre 1981 près de l'île de Dome, ce qui porte à croire qu'il y a plus de macareux qui nichent dans la région que nous n'en avons décelé.

2. Répartition en mer

Nous avons employé plusieurs méthodes pour recueillir des données sur les aires d'alimentation des oiseaux de mer du détroit de Digges. Sur l'île de Digges, nous avons observé la direction prise par les marmettes qui s'envolaient. À Pitsulak City, nous avons observé les Guillemots noirs qui quittaient leurs nids et dans de nombreux cas, nous avons pu les suivre des yeux jusqu'à ce qu'ils se posent sur la mer. Nous avons également effectué des dénombrements à partir de petites embarcations (canots pneumatiques Achilles mus par un moteur hors-bord de 15 hp) dans la région des îles Nuvuk en suivant des trajectoires en ligne droite entre les îles. Afin d'obtenir des données sur la distance d'approvisionnement des marmettes du détroit de Digges, nous avons effectué plusieurs relevés aériens au-dessus de la mer jusqu'à 200 km de la colonie au moyen de techniques déjà décrites par Nettleship et Gaston (1978) et McLaren (1982). Tous les relevés ont été effectués à bord d'un DeHavilland Twin-Otter à 50 m d'altitude et à une vitesse comprise entre 150 et 210 km h, les deux observateurs étant assis de chaque côté de la cabine.

2.1. Relevés effectués à bord d'embarcations

En 1981 et 1982, nous avons recueilli des données sur la distribution des oiseaux de mer entre les rochers Piqiuliit, les îles South Skerries et North Skerries et Ivujivik.

Le nombre de Guillemots noirs est le même dans tous les relevés et ceux-ci sont limités à des eaux de moins de 40 m de profondeur. Par contre, la grande majorité des Marmettes de Brünnich observées sur l'eau, et probablement en train de se nourrir, se trouvait dans des régions où la profondeur de l'eau était supérieure à 40 m (tableau 7). La répartition des marmettes, contrairement à celle des guillemots, variait énormément sur de courtes périodes. Des relevés effectués à cinq jours d'intervalle en août 1981 ont montré une variation importante du nombre de marmettes cherchant leur subsistance entre les îles South Skerries et l'île de Fairway (figure 11).

Pour les relevés effectués en 1982, nous avons utilisé un écho-sondeur qui nous a permis d'obtenir un tracé continu des bancs de poissons ou de zooplancton. Il n'existe aucune corrélation entre la répartition des guillemots et la densité des bancs. Toutefois, en juillet, des concentrations importantes de Marmettes de Brünnich à la recherche de nourriture étaient associées à un tracé continu, qui correspondait probablement à une bande dense de zooplancton à une profondeur de 20 m (figure 12). Nous avons trouvé dans les marmettes abattues dans la même région un grand nombre d'amphipodes pélagiques (*Parathemisto libellula*).

Des guillemots marqués de Pitsulak City ont été vus jusqu'à 14 km de la colonie. Les oiseaux qui prenaient des poissons pour leurs petits n'allaient pas aussi loin; ils trouvaient habituellement leurs proies à moins de 2 km de la colonie. Les eaux peu profondes entourant les rochers Piqiuliit, à environ 2 à 3 km de l'île, constituaient une aire d'alimentation privilégiée pour les oiseaux nichant à Pitsulak City en 1982.

2.2. Relevés aériens

En septembre 1980, des relevés aériens ont été effectués pour suivre la route des Marmettes de Brünnich, jeunes et adultes, qui quittaient le détroit de Digges. D'après ces relevés, la plupart des jeunes marmettes traversaient le détroit d'Hudson pendant la première moitié de septembre (Gaston, 1982*a*). Très peu d'autres oiseaux de mer ont été vus en septembre à l'ouest du détroit d'Hudson.

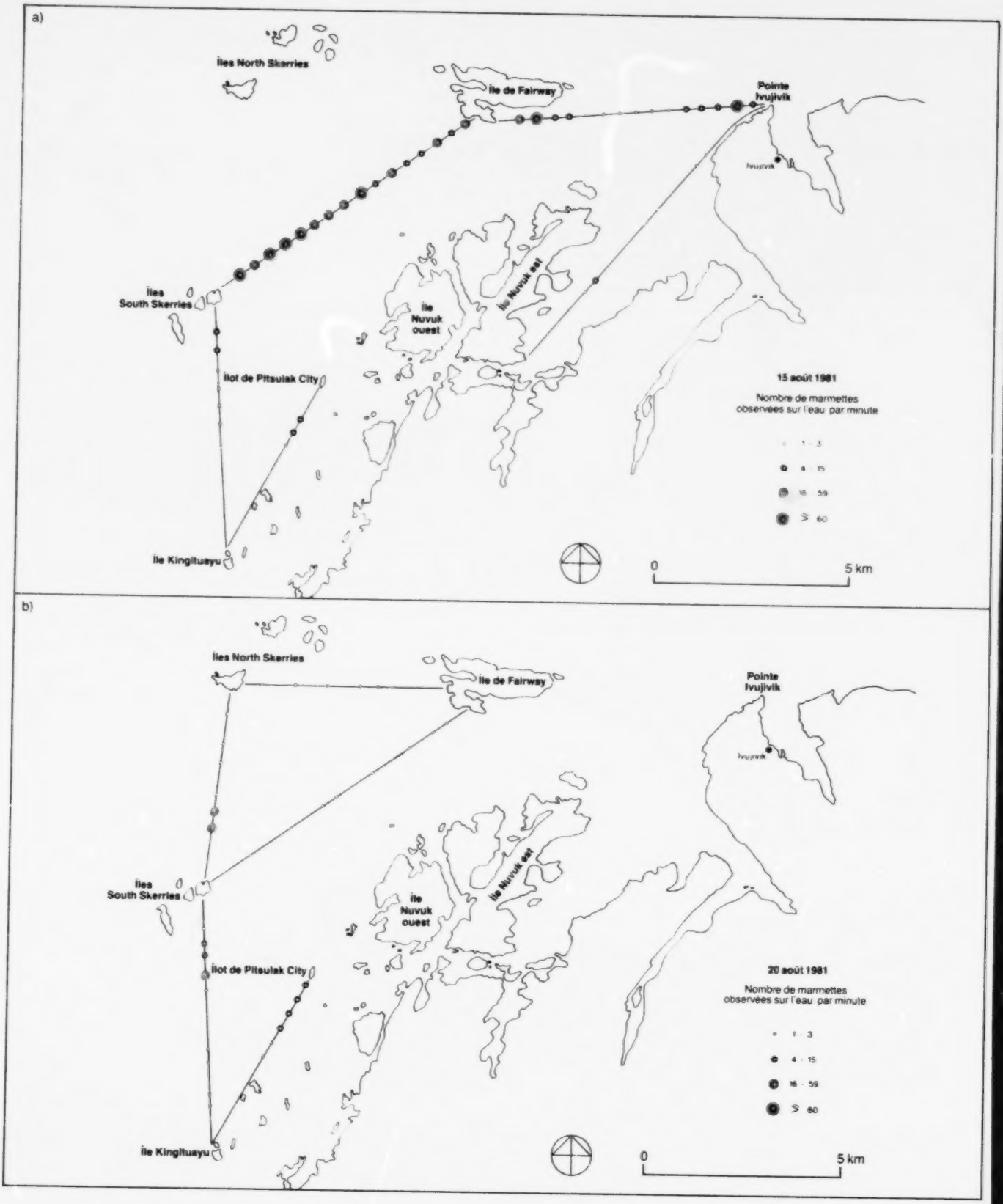
En 1981, nous avons effectué des relevés les 9 juillet et 9 août pour avoir une certaine idée de la distance d'approvisionnement des Marmettes de Brünnich ces jours-là. Les conditions météorologiques étaient pratiquement idéales, la mer était calme et le ciel ensoleillé.

Le 9 juillet, nous n'avons observé aucune concentration de marmettes sur l'eau.

Tableau 7
Nombre moyen de Guillemots noirs et de Marmettes de Brünnich enregistré par minute sur les transects à partir de petits bateaux au voisinage des îles Nuvuk en août 1981, en fonction de la profondeur de l'eau

Profondeur de l'eau (m)	Guillemots noirs		Marmettes de Brünnich	
	$\bar{x}$	s.t.	$\bar{x}$	s.t.
0–11	2,3	0,63	0,4	0,34
11–18	2,5	0,71	1,0	0,66
18–37	1,1	0,25	1,9	0,46
37–92	0,1	0,05	7,8	3,00
92–183	0	0	8,0	3,30
>183	0	0	31,5	18,40

Figure 11
Répartition des Marmettes de Brünnich observées à partir d'embarcations sur des transects près de Pitsulak City *a*) le 15 août 1981 et *b*) le 20 août 1981



mais nous en avons vu un grand nombre qui se dirigeaient vers le nord ou le sud entre le continent et l'île de Mansel (figure 13). Au moyen d'un facteur de correction pour les vitesses relatives et la direction du vol des oiseaux et de l'aéronef (Gaston et Smith, 1984), nous avons calculé le taux de déplacement des marmettes traversant le secteur A entre le continent et l'île de Mansel. De chaque côté de cette ligne de 24 km de long, nous avons calculé que le nombre de marmettes qui quittaient le détroit de Digges était supérieur à 500 oiseaux par minute. Le nombre correspondant d'oiseaux traversant tout le transect entre les îles de Mansel et de Nottingham était de 70 oiseaux par minute. Pour les oiseaux du détroit d'Hudson se déplaçant vers l'est à travers le transect situé au sud de l'île de Salisbury, ce taux n'était que de 26 oiseaux par minute. Par conséquent, l'aire d'alimentation la plus recherchée à cette époque était probablement située à plus de 100 km de la colonie, quelque part entre l'île de Mansel et le continent, et probablement bien au large, étant donné que les oiseaux ne suivaient pas la côte. Les chasseurs Inuit signalent que la limite sud de l'aire d'alimentation des oiseaux qui se nourrissent près du littoral se trouve près d'Akulivik, à environ 200 km de la colonie.

D'après les observations faites à partir de Pitsulak City, où l'on a vu tous les jours de juillet 1981 un grand nombre de Marmettes de Brünnich passer à l'ouest de l'île dans l'axe SO-NE, le type de déplacement relevé le 9 juillet était probablement assez constant pendant toute la période d'incubation en 1981. Des mouvements similaires, à des taux de plusieurs centaines d'oiseaux par minute, ont été enregistrés en 1982. Les observations faites à partir de l'île de Digges portent à croire également que le principal cap de départ des oiseaux était le sud-ouest; relativement peu d'oiseaux quittaient l'île vers le nord ou vers l'est dans le détroit d'Hudson.

Le 9 août 1981, le passage massif de marmettes entre le continent et l'île de Mansel se poursuivait toujours : environ 700 oiseaux traversaient le secteur B (figure 14) à la minute. Un nombre modéré d'oiseaux a également été vu sur l'eau entre le détroit de Digges et l'île de Mansel, en particulier dans la moitié ouest de cette zone. Un petit nombre d'oiseaux a également été enregistré à l'ouest de l'île de Mansel, mais le long du transect entre les îles de Mansel et de Coats, les observateurs ont relevé un changement dans la répartition des marmettes à plus de 150 km du détroit de Digges. Ceux-ci n'ont relevé aucun nombre important d'oiseaux à partir de ce point jusqu'à qu'ils s'approchent à moins de 30 km de la petite colonie située à l'extrémité nord de l'île de Coats.

Un autre relevé a été effectué le 10 août 1982 le long des mêmes transects que ceux du relevé du 9 juillet 1981. À cause d'une mer plus ou moins agitée et de la mauvaise visibilité, les résultats de ce relevé n'étaient probablement pas comparables à ceux des relevés de 1981. Toutefois, un fort mouvement d'oiseaux vers le sud entre l'île de Mansel et le continent a été enregistré de nouveau et les quelques oiseaux observés sur l'eau étaient surtout au nord de l'île de Mansel.

D'après nos relevés, rien n'indique que les oiseaux se rassemblent à proximité du détroit de Digges, sauf pour les groupes qui ont des activités sociales à proximité des falaises de reproduction. Il semble que la plupart des oiseaux de la colonie vont chercher très loin leur nourriture. Les taux de déplacement à travers les secteurs A et B étaient suffisants pour expliquer la présence d'une majorité d'oiseaux reproducteurs et non reproducteurs dans la région du détroit de Digges, compte tenu du rythme de remplacement du couveur. À partir de ces données, il est probable qu'en 1981, une grande partie des oiseaux ont franchi plus de 100 km pour se ravitailler pendant la période d'incubation et d'élevage, ce qui peut aussi s'être produit en 1982.

Figure 12
Position des concentrations de marmettes par rapport à des bancs de zooplancton, d'après des relevés d'écho-sondeurs dans la région des îles Nuvuk

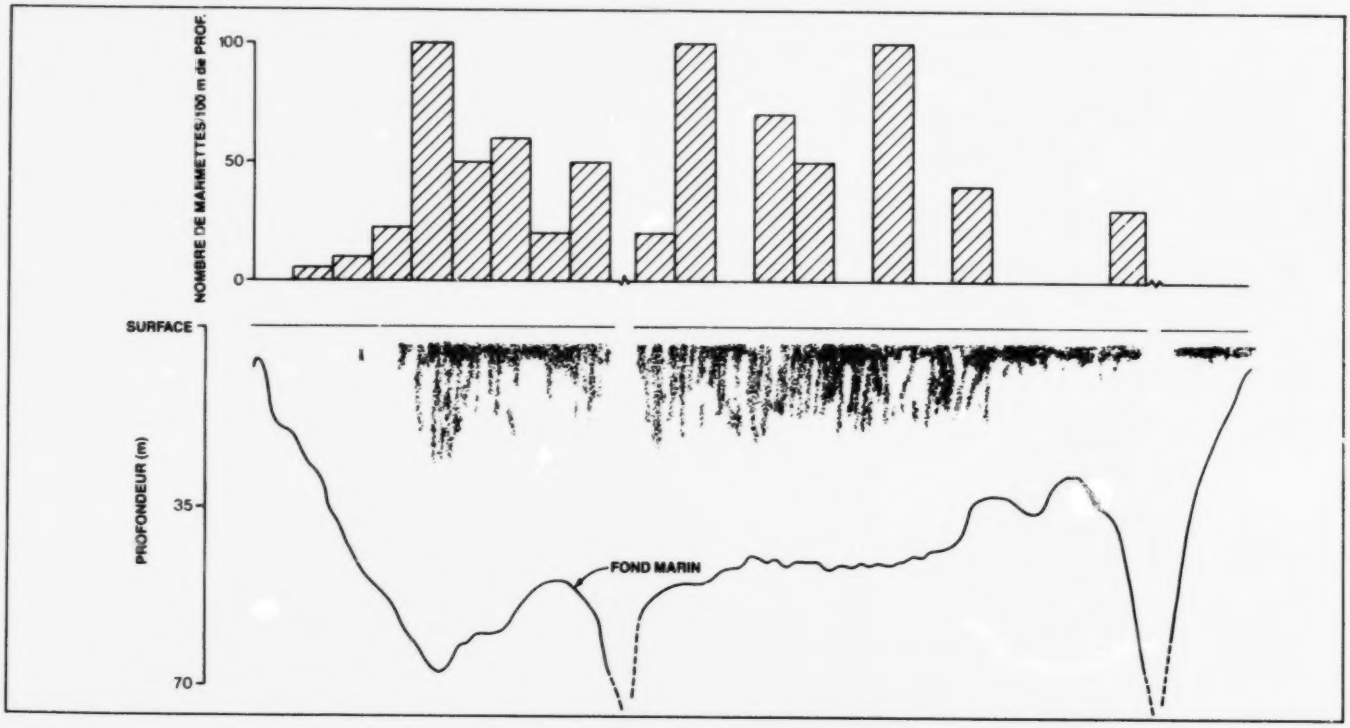


Figure 13
Direction du vol et nombre de Marmettes de Brünnich observées au cours de relevés aériens dans la région du détroit de Digges, le 9 juillet 1981

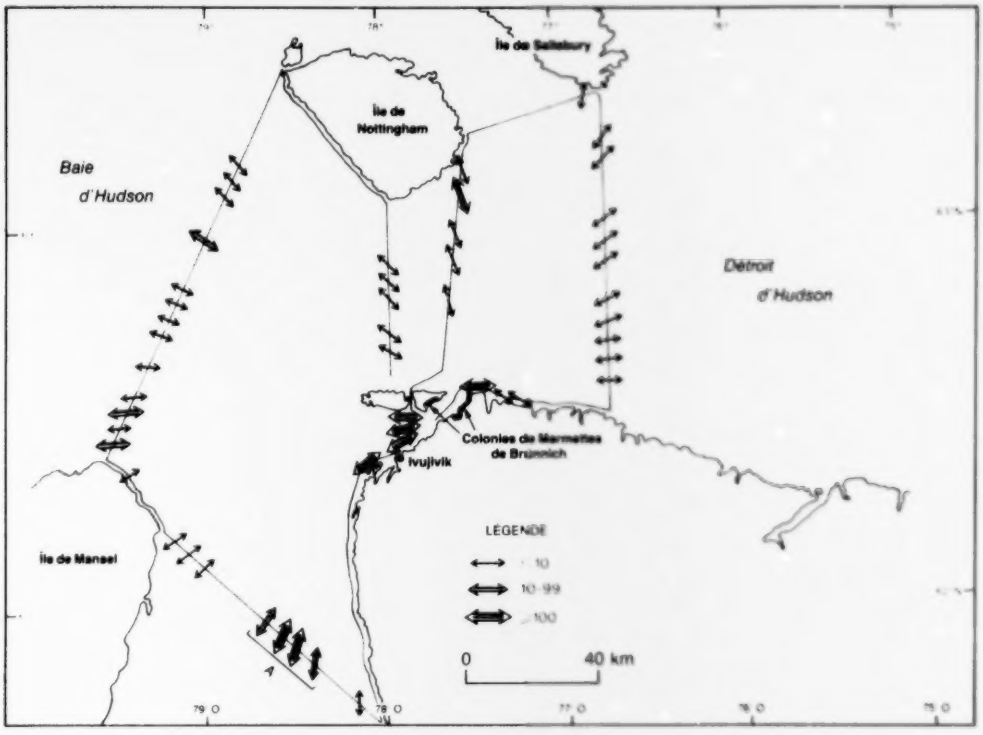
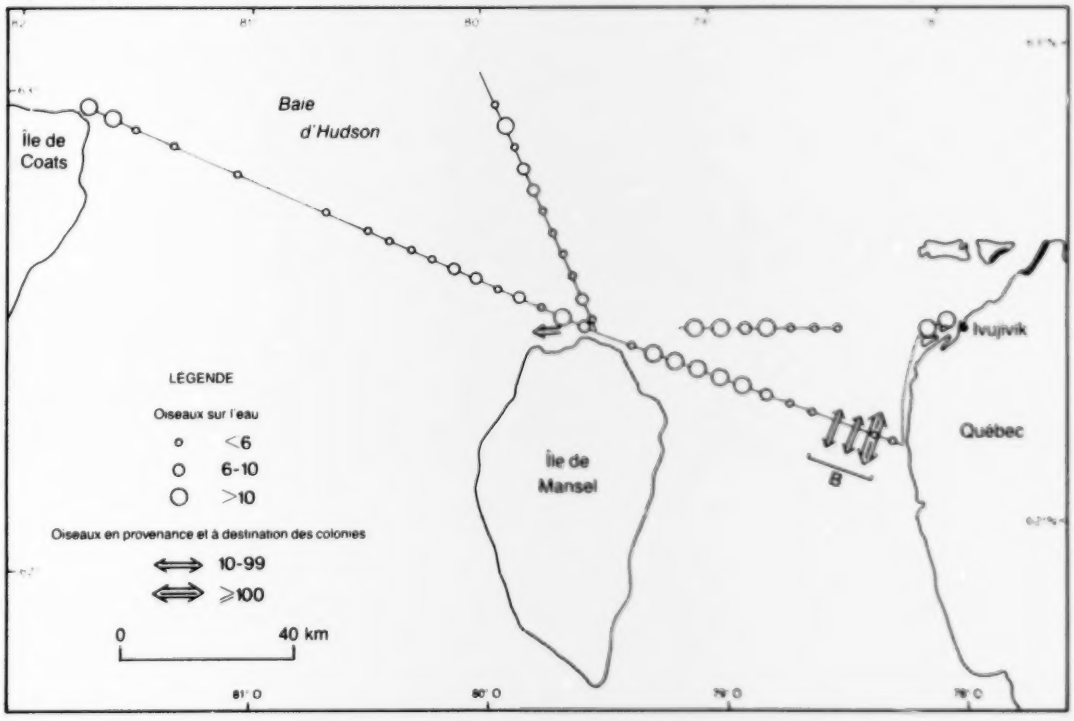


Figure 14
Densité des populations de Marmettes de Brünnich observées au cours de relevés aériens dans la région du détroit de Digges, le 19 août 1981



3. Biologie de la reproduction

3.1. Goélands

3.1.1. Fréquentation des colonies

Les goélands observés dans le secteur de la colonie de marmettes de l'île de Digges étaient groupés le long des falaises et à quelques endroits sur la rive des lacs situés près du bord de la falaise, surtout sur la rive ouest du lac Long. Cette répartition nous a permis de dénombrer facilement les goélands à n'importe quel moment en plaçant des observateurs le long de la colonie pour qu'ils effectuent des dénombrements à des heures fixes. En 1982, nous avons placé quatre personnes aux points W, V, D et U (figure 7) et leur avons demandé d'effectuer des dénombrements simultanés tous les dix jours et d'observer les lieux de repos fréquentés par les oiseaux à proximité de leur point d'observation. Chaque dénombrement a été effectué à 14:00 et à 14:30.

Nous n'avons pas pu couvrir toute la zone occupée par la colonie, mais nous avons inclu toutes les aires de reproduction et de repos importantes, ainsi que les goélands en vol, le long de 80 % environ des falaises. Donc, nous avons probablement compté au moins 90 % des goélands présents. Parce que bon nombre d'oiseaux ont été dénombrés à une grande distance, il ne nous a pas toujours été possible de distinguer les Goélands bourgmestres des Goélands arctiques.

Le 19 juin, nous avons compté une moyenne de 91 goélands, mais pour le reste de la saison, leur nombre était compris entre 161 et 191. Le nombre maximal de goélands a été observé le 12 juillet, date à laquelle la plupart des Goélands arctiques avaient pondu et où peu de nids étaient vides. À partir du 23 juillet, le nombre d'oiseaux est resté constant, les moyennes s'établissant à 162,5, 161, 161 et 161. La région sous observation abritait 70 couples reproducteurs (43 de Goélands bourgmestres et 27 de Goélands arctiques) de telle sorte que, selon les chiffres, il y aurait eu une population non reproductrice d'environ 20 oiseaux (environ 14 %) dans la dernière partie de la saison. On trouvera à l'annexe 6 les résultats complets des dénombrements.

Les observations des 21 couples de Goélands bourgmestres à S2 ont fait ressortir l'existence d'un comportement diurne, le nombre d'oiseaux dans la colonie étant maximal au milieu de la nuit, où leur nombre était équivalent à la population reproductrice totale, et minimal aux premières heures de la journée (figure 15). Dans la nuit du 2 au 3 août 1982, entre 22:00 et 3:00, la plupart des goélands de la colonie étaient endormis. Le nombre d'oiseaux qui fréquentaient le lieu de repos du lac Long, non loin de là, était inversement proportionnel au nombre d'oiseaux dans la colonie.

Bien que, d'après nos dénombrements, la population de la colonie soit composée largement de reproducteurs résidants, nous avons également remarqué un va-et-vient régulier des goélands de la colonie, en particulier le long de la côte sud de l'île de Digges est. Une grande partie des individus en partance, observés au télescope, ont fini par se poser sur la mer au sud-ouest de la colonie, se joignant souvent à d'autres goélands. Nous supposons qu'il s'agissait de déplacements en vue de trouver de la nourriture, et des observations ont révélé que les poissons et les crustacés constituaient une partie des aliments donnés aux oisillons de S2. Si un nombre important de goélands quittaient la colonie périodiquement, les goélands autres que les résidents de l'île de Digges est étaient probablement plus nombreux que ne l'ont indiqué nos recensements.

3.1.2. Période de la reproduction

La plupart des données que nous possédons sur la période de la reproduction des goélands ont été recueillies sur l'île de Digges et l'îlot de Staffe. En 1981 et 1982, les dates d'éclosion des oeufs de Goélands bourgmestres ont été relevées en S2. En 1982, les dates d'éclosion des oeufs de Goélands arctiques ont été déterminées à partir de la densité des oeufs au point U sur l'île de Digges et dans l'îlot de Staffe.

Six oeufs de Goélands bourgmestres ont été pesés et mesurés deux jours avant leur éclosion, mais avant que l'oisillon n'ait commencé à briser sa coquille. L'indice de densité [poids/(longueur × largeur^2)] de ces oeufs a été utilisé comme valeur estimative de la densité juste avant l'éclosion, et la densité initiale au moment de la ponte a été évaluée par la suite en supposant une perte de poids de 15,5 % pendant l'incubation [établie par Morgan *et al.* (1978) pour une autre espèce de goéland de taille semblable]. Nous avons supposé que le poids des oeufs diminuait à un rythme constant pendant l'incubation et d'après une comparaison du rapport indice de densité – âge prévu avec les indices de densité des oeufs dont la date d'éclosion est connue (figure 16), il s'agit d'une approximation valable. Des dates d'éclosion estimatives pour 24 oeufs de Goélands bourgmestres et 77 oeufs de Goélands arctiques dans des couvées de deux ou trois oeufs ont donné respectivement des différences d'âge moyennes de 3,6 et 3,4 jours entre les oeufs d'une même couvée. Les oeufs sont probablement pondus à deux jours d'intervalle [Dementier et Gladkov *dans* Cramp et Simmons (1983)], et d'après les différences précitées, nos évaluations des dates d'éclosion comporteraient une erreur moyenne d'un à deux jours.

Les dates d'éclosion relevées dans le cas des Goélands bourgmestres sur l'île de Digges étaient comprises entre le 22 juin et le 4 juillet en 1981 et entre le 18 juin et le 20 juillet en 1982, l'éclosion étant maximale entre

Goéland arctique adulte de la race Kumlien, île de Digges est, juillet 1980

B. Lyon

Figure 15
Dénombrements des Goélands bourgmestres à la colonie S2 et dans une aire de repos voisine, les 2 et 3 août 1982

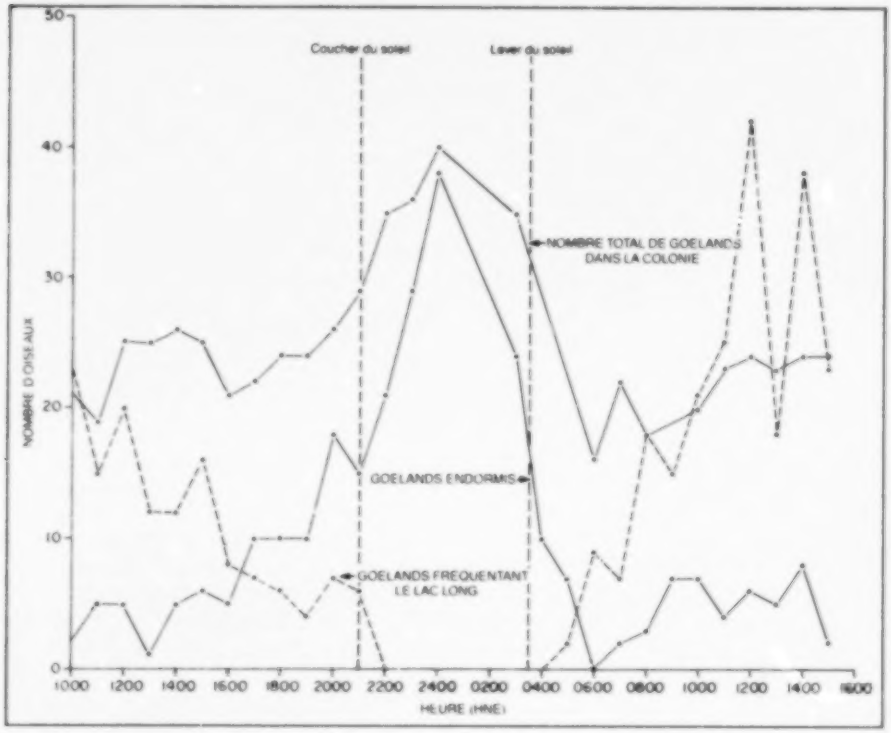
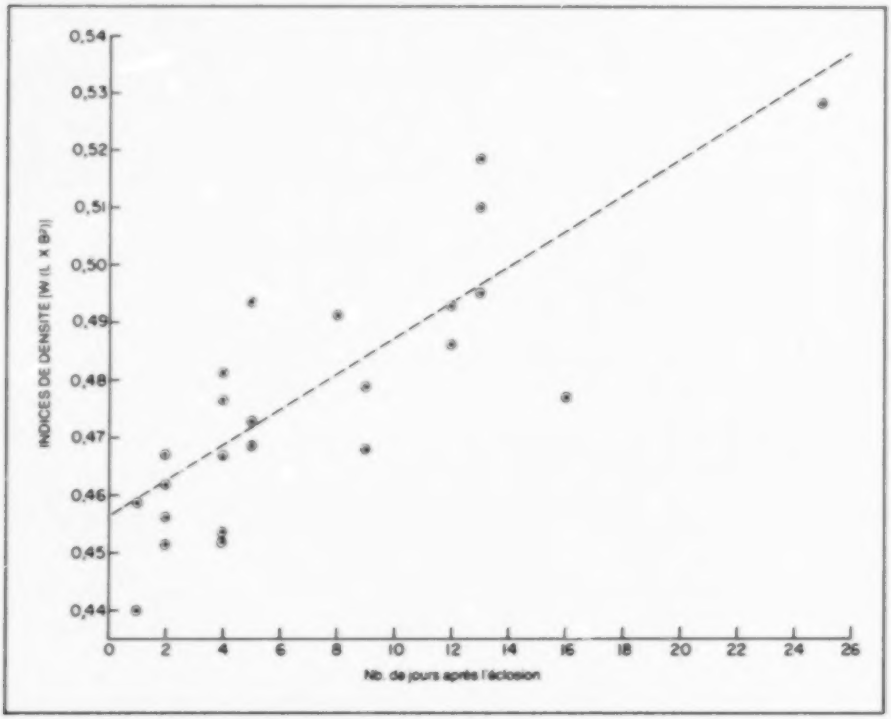


Figure 16
Indices de densité des œufs de Goélands bourgmestres mesurés à l'île de Digges, en fonction de l'intervalle précédant l'éclosion



les 22 et 26 juin les deux années (figure 17). En supposant que la période d'incubation soit de 27 à 28 jours [Swenander *dans* Godfrey (1979)], ceci signifie que les premiers œufs ont été pondus vers le 24 mai 1981 et le 28 mai 1982.

En 1982, les Goélands arctiques de l'île de Digges et de l'îlot de Staffe se sont accouplés environ deux semaines plus tard que les Goélands bourgmestres, l'éclosion la plus précoce s'étant produite le 1er juillet et l'éclosion maximale entre les 12 et 16 juillet. Les deux périodes d'incubation que nous avons observées suivaient de 24 à 26 jours l'achèvement des couvées, de telle sorte que la ponte a probablement commencé vers le 6 juin. La différence entre les deux espèces corrobore les observations de Smith (1966) dans le sud de l'île de Baffin, bien que la ponte semble s'être produite un peu plus tôt dans le détroit de Digges et que la différence entre les deux espèces y soit légèrement plus grande.

Dans le cas des Goélands bourgmestres, les œufs pondus au début de la saison sont en moyenne plus gros que ceux pondus en fin de saison ($r = 0,383$, $N = 35$, $P<0,01$) et les premières couvées ont tendance à être plus grosses, bien que la différence ne soit pas statistiquement significative (tableau 8). Nous n'avons observé aucun de ces effets chez les Goélands arctiques. On trouvera dans l'annexe 7 des détails relatifs aux dimensions des œufs.

Nos observations de la taille des couvées étaient probablement modifiées du fait que la plupart des couvées de Goélands bourgmestres étaient sur le point d'éclore lorsque nous avons procédé au dénombrement. Il est possible que certains œufs aient déjà été perdus à ce moment-là, ce qui expliquerait le nombre important de couvées d'un seul œuf observées chez cette espèce.

3.1.3. Réussite de la reproduction □

Nous avons consigné le nombre d'œufs éclos et le nombre d'oisillons qui ont survécu dans la colonie S2 de Goélands bourgmestres en 1981 et 1982. Dans le cas des Goélands arctiques, nos données sur la réussite de la reproduction étaient fonction des dénombrements des jeunes de forte taille effectués au début du mois d'août. Ces données fournissent probablement une bonne indication du nombre moyen d'oiseaux élevés par les couples féconds mais elles surestiment certainement la réussite de la reproduction de toute la population.

En 1981, les observations en S2 ont commencé en même temps que l'éclosion des premières couvées; nous ne possédons donc aucune donnée sur la survie des œufs. Le 27 juin, nous avons compté 16 nids contenant au total un minimum de 29 œufs. Au moins 27 œufs ont éclos et le 18 juillet, on comptait 22 oisillons; ils étaient tous vivants le 9 août lorsque le premier oisillon s'est envolé. Le taux de survie des oisillons de l'éclosion jusqu'au premier envol se situe donc entre 76 et 81 %.

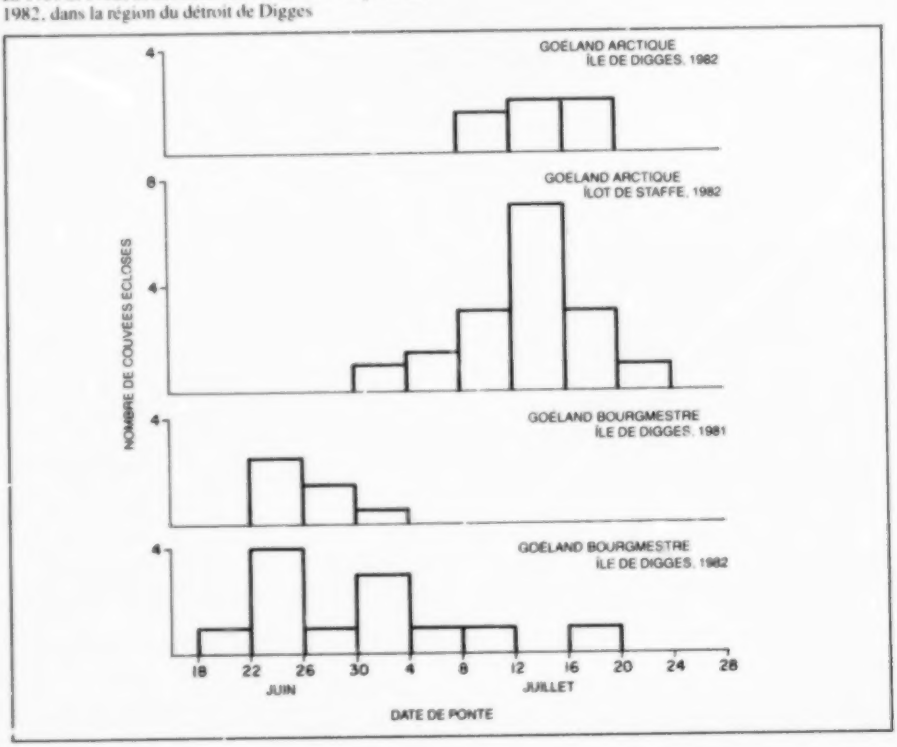
En 1982, nos observations ont commencé le 15 juin; le 22 juin, 18 nids contenaient au total un minimum de 36 oeufs. Quinze couples ont réussi à couver au moins un oisillon et chez 11 couples, au moins un oisillon a survécu jusqu'à son premier envol (tableau 9). Au total, 21 jeunes se sont envolés, ce qui représente un taux de survie de 72 % de l'éclosion jusqu'au premier envol. Il est possible que deux oeufs qui ont disparu au moment de l'éclosion aient éclos, et que les oisillons aient été perdus avant que nous ayons pu les voir. Dans ce cas, le taux de survie des oisillons aurait été de 68 %. Nous avons visité la colonie une seule fois avant que les oisillons soient bien développés, c'est-à-dire le 22 juin, date à laquelle nous avons mesuré les oeufs; aussi est-il peu probable que notre présence ait eu beaucoup d'effets sur la réussite de la reproduction.

En 1982, nous avons visité l'îlot de Staffe le 3 juillet, juste après que les Goélands arctiques aient fini de pondre, et une autre fois entre le 6 et 8 août, au moment où la plupart des oisillons avaient atteint la moitié de leur développement. Le 3 juillet, la couvée moyenne était de 2,39 oeufs ($N = 33$), tandis qu'entre le 6 et le 8 août, le nombre moyen de jeunes par nid était de 1,51 ($N = 73$). D'après ces données, le taux de réussite maximal de la reproduction serait d'environ 63 %, mais ce pourcentage ne tient pas compte des nids où aucun petit n'a survécu. La taille moyenne des couvées des Goélands bourgmestres dans la même colonie était de 1,93 petit ($N = 15$), valeur presque identique à la taille des couvées du même âge dans la colonie S2. La taille moyenne des couvées de Goélands arctiques bagués sur l'îlot de Staffe et les îles de Digges est et ouest entre le 24 juillet et le 1er août 1980 était de 1,62 petit ($N = 26$). Considérées ensemble, ces données portent à croire que la productivité par couvée chez les Goélands arctiques a tendance à être inférieure à celle des Goélands bourgmestres du détroit de Digges.

Tableau 8
Taille des couvées de Goélands bourgmestres et de Goélands arctiques dans le détroit de Digges, en 1981 et 1982

Espèce	Date de ponte	Taille de la couvée 1	2	3	4	1+
Goéland bourgmestre	Jusqu'au 30 juin	3	2	7	2,33	0,89
	Après le 30 juin	6	5	2	1,69	0,75
	Total	9	7	9	2,00	0,87
Goéland arctique	Jusqu'au 14 juillet	1	9	10	2,45	0,60
	Après le 14 juillet	2	13	9	2,29	0,62
	Total	3	22	19	2,36	0,61

Figure 17
Période d'éclosion des oeufs de Goélands bourgmestres, en 1981 et 1982, et des oeufs de Goélands arctiques, en 1982, dans la région du détroit de Digges



3.1.4. Écologie de l'alimentation et régime alimentaire

Pendant toutes les années de l'étude, nous avons observé, à l'occasion, les habitudes alimentaires des goélands et les résidus d'aliments trouvés autour des nids. En 1982, nous avons fait des observations régulières pendant une à trois heures à la colonie S2 pour déterminer le rythme d'alimentation des oisillons et le type d'aliments qu'on leur donnait. Nous avons également examiné l'emplacement des nids sur l'îlot de Staffe pour identifier, d'après les résidus, les aliments donnés en pâture aux oisillons et observé le va-et-vient des oiseaux pour déterminer où ils allaient chercher leur nourriture.

Il semble que les Goélands bourgmestres qui nichaient parmi les marmettes de l'île de Digges se nourrissaient en grande partie d'organismes morts autour de la colonie ou d'oeufs et de petits de marmettes. Bon nombre de nids de Goélands bourgmestres étaient entourés d'immenses monceaux de coquilles d'oeufs de marmettes et l'on trouvait habituellement dans les pelotes de réjection des morceaux de jeunes Marmettes, plus spécialement des pattes qui n'étaient presque pas digérées. Dans le cas des Goélands arctiques, la situation était moins évidente. Nous avons relevé des cas où des Goélands arctiques ont réussi à s'emparer d'oeufs et d'oisillons de marmettes mais, habituellement, on ne trouvait pas dans leur nid beaucoup de restes de marmettes. Même lorsque les goélands nichaient à proximité des marmettes, ils ne semblaient pas s'en nourrir dans la même mesure que les Goélands bourgmestres.

Les oeufs et les oisillons de Marmettes constituaient jusqu'à 85 % des résidus alimen-

Tableau 9
Réussite de la reproduction des Goélands bourgmestres de la colonie S2 sur l'île de Digges, en 1982

Paramètre	Nombre
Couples occupant l'endroit	21
Couples qui ont pondu	18
Total d'oeufs pondus	36
Nids dans lesquels un oeuf ou plus a éclos	15
Oeufs éclos	29
Nids desquels un oisillon ou plus s'est envolé	11
Oisillons envolés	21
Oisillons élevés par couple	0,87
Oisillons élevés par couple ayant pondu	1,17
Oisillons élevés par couple ayant réussi à élever ses petits	1,92

taires identifiables qui composaient la pâture des jeunes Goélands bourgmestres de S2, mais ces données sont probablement trompeuses, car même si les oeufs et les oisillons de marmettes pouvaient être facilement reconnus, d'autres objets étaient difficiles à identifier à la distance à laquelle nous nous trouvions pour les observer, c'est-à-dire à 100 m. Les oeufs et les oisillons constituaient 43 % de toute la pâture (N = 187) et les seuls autres aliments clairement reconnaissables étaient les poissons (7 %). En juillet, les oeufs de marmettes constituaient 31 % de la pâture des petits goélands (N = 122), mais en août, ceux-ci se sont nourris presque exclusivement d'oisillons de marmettes, lesquels constituaient 60 % de leur régime alimentaire pour le mois (N = 65, tableau 10). La nourriture non identifiée était peut-être constituée de viande putrescente, de petits organismes marins ou de poissons partiellement digérés.

Il se peut que les oeufs de marmettes aient été plus importants en juillet pour l'alimentation des goélands que nous l'avions pensé. La plupart des oeufs que nous avons vu donner en pâture aux oisillons ont été régurgités en entier dans le nid puis ouverts à coups de bec par l'adulte ou les oisillons. Dans certains cas, les oeufs étaient déjà brisés lorsqu'ils ont été regurgités. Si des goélands adultes ouvrent parfois les oeufs lorsqu'ils sont loin de la colonie et en avalent le contenu pour ensuite le régurgiter aux oisillons, ou si la coquille se fragmente au cours du transport, il est difficile d'identifier le mélange de vitellus et d'albumine régurgité. Le même phénomène s'appliquerait aux oeufs qui ont roulé hors du nid pour être consommés par les goélands après s'être fracassés sur les rochers. Toutefois, 49 % des régurgitations observées en juillet (N = 122) n'étaient pas des oeufs; donc, ces derniers n'ont pas constitué plus que la moitié du régime alimentaire des oisillons en juillet.

Lors de notre visite du 25 juillet, nous avons recueilli les coquilles de 372 oeufs de marmettes dont 345 étaient associés aux 12 nids qui contenaient encore des oisillons. Le nombre de coquilles d'oeufs variait énormément entre les nids et cinq nids représentaient 90 % de toutes les coquilles, ce qui indique que certains couples ou individus se spécialisaient dans la prédation des oeufs de marmettes, comme l'ont montré Gaston et Nettleship (1983). Nous avons relevé une situation analogue dans la colonie U : il y avait de nombreuses coquilles autour de certains nids et très peu dans d'autres cas.

Le rythme d'alimentation des oisillons semblait être relativement constant pendant la saison, soit entre six et dix repas par jour (annexe 8), mais il est probablement trompeur parce que la quantité d'aliments régurgités à chaque période d'alimentation peut avoir augmenté à mesure que les oisillons grandissaient. Rien ne prouve que le rythme d'alimentation variait en fonction de l'heure de la journée, sauf dans le cas des rythmes élevés enregistrés au cours de deux des trois observations effectuées après 22:00 (figure 18) et qui peuvent s'expliquer par le retour des adultes à la colonie pour la nuit.

La plupart des aliments rapportés au nid, lorsqu'ils étaient divisibles, étaient partagés par toute la couvée mais chaque oisillon recevait l'équivalent de 2,5 à 5 repas complets par jour. Vers la fin de la période d'élevage, lorsque plus de la moitié des aliments rapportés au nid étaient des jeunes marmettes, nous avons pu évaluer la consommation approximative d'aliments de chaque oisillon. La plupart des jeunes marmettes pèsent entre 100 et 150 g lorsqu'elles sont dans la colonie (voir la section 3.2.4. ci-après). Si nous calculons que chaque oisillon de goélands reçoit l'équivalent de trois oisillons de marmettes chaque jour, il consomme environ 350 à 400 g de viande, ce qui correspond à environ 25 % de son poids corporel. Ce calcul est semblable aux observations de Spaans (1971) dans le cas des Goélands argentés des Pays-Bas, qui avaient besoin d'un approvisionnement correspondant en poisson.

Les oisillons de Goélands arctiques de l'îlot de Staffe semblaient être nourris moins souvent que les oisillons de Goélands bourgmestres de l'île de Digges. Le rythme d'alimentation relevé le 7 août était de 0,05 ration par couvée par heure entre 14:30 et 17:30, et de 0,12 ration par couvée par heure entre 19:15 et 21:15. Il y a lieu de croire que le rythme d'alimentation quotidien global est de 1 à 2 rations par oisillon. Une grande partie de la nourriture donnée aux oisillons ne pouvait pas être identifiée, mais elle comprenait une jeune marmette (ignorée par les oisillons en cause) et plusieurs portions de petits crustacés.

L'examen des nids de Goélands arctiques sur l'îlot de Staffe nous a permis de trouver les restes d'au moins quatre jeunes marmettes. Nous avons observé quelques adultes qui quittaient l'île en direction nord-est vers la colonie de marmettes du continent, d'où provenaient sans doute les jeunes marmettes. Nous avons examiné neuf nids de Goélands bourgmestres sur l'îlot de Staffe mais aucun ne contenait des oeufs ni des petits de marmettes. Il semble que les goélands qui nichent sur l'îlot de Staffe essaient peu de se ravitailler dans les colonies de marmettes, peut-être parce qu'ils trouvent presque toute leur nourriture dans la mer. À plusieurs reprises, nous avons vu des Goélands arctiques posés sur l'eau qui picoraient de petits organismes près de la surface à la manière des Mouettes tridactyles (*Rissa tridactyla*).

Une caractéristique remarquable des goélands qui fréquentent la région du détroit de Digges est leur rareté au voisinage d'Ivujivik. Outre le dépotoir local, il y avait de nombreuses sources possibles d'aliments pour les goélands dans l'agglomération et au voisinage de celle-ci, sous forme de restes de poissons et de morceaux de phoques, de cétacés et de morses. Néanmoins, les goélands n'étaient pas une caractéristique dominante d'Ivujivik et aucune volée importante n'a été vue au village. En général, nous pouvions apercevoir seulement un ou deux goélands près du village. Rien ne prouvait non plus que des goélands venaient se nourrir régulièrement d'organismes morts autour des camps de pêche à proximité, où il y avait souvent de grandes quantités de poissons rejetés.

3.2. Marmettes de Brünnich

La biologie de la reproduction d'une grande colonie de Marmettes de Brünnich et les méthodes d'étude ont été décrites en détail pour l'île du Prince-Léopold par Gaston et Nettleship (1983) et nous ne fournirons pas les mêmes données pour le détroit de Digges. Nous présenterons plutôt les grandes lignes de la biologie de l'espèce dans le détroit de Digges et comparerons la situation avec celle observée à l'île du Prince-Léopold. Toutes les références à l'île du Prince-Léopold concernent l'étude mentionnée ci-dessus. Notre travail porte essentiellement sur le rôle des Marmettes de Brünnich dans l'écosystème marin et leur rapport avec les prédateurs, les concurrents et les proies.

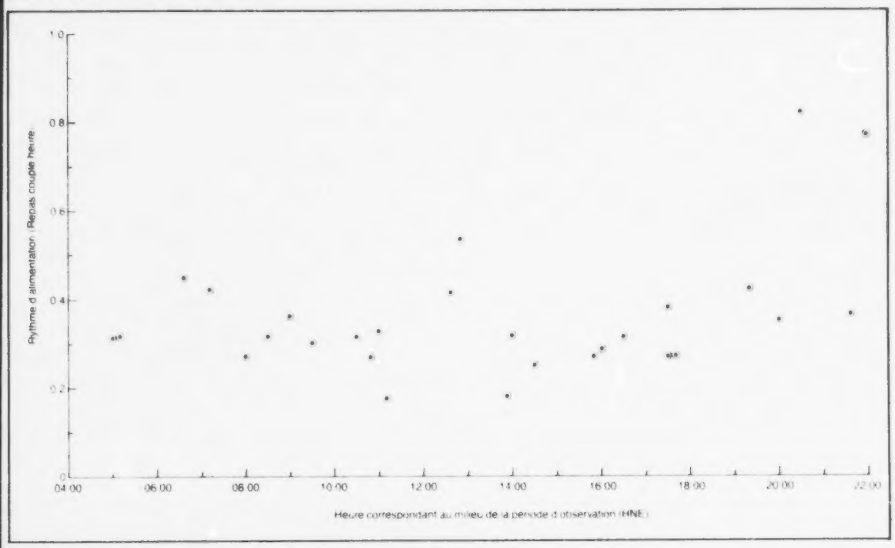
La plupart de nos données étaient fondées sur des observations faites dans un petit nombre de parcelles d'études choisies à notre arrivée dans l'île de Digges en 1980 (figure 17). Ces parcelles se répartissent dans quatre catégories :

1) parcelles de dénombrement (A1, A2, B, C, D, E, F1, F2, G et H) dans lesquelles le nombre d'oiseaux présents a été compté tous les jours entre 17:00 et 18:30;
2) parcelles d'étude de la reproduction (A1, B, D, F1 et J, dont quatre sont également des parcelles de dénombrement) dans lesquelles nous avons calculé la réussite de la repro-

Tableau 10
Aliments apportés aux jeunes Goélands bourgmestres de la colonie S2, île de Digges, en 1982

	Nombre de repas				
Date	Oeufs	Oisillons	Poissons	Autres	Total
du 7 au 15 juillet	11 (23%)		6 (13%)	30 (64%)	47
du 16 au 31 juillet	27 (36%)	3 (4%)	3 (4%)	42 (56%)	75
du 1er au 15 août		25 (61%)	3 (7%)	13 (32%)	41
du 16 au 31 août	1 (4%)	14 (58%)	2 (8%)	7 (30%)	24
Total	39 (21%)	42 (22%)	14 (7%)	92 (50%)	187

Figure 18
Rythme d'alimentation des oisillons de Goélands bourgmestres à la colonie S2, selon l'heure



Marmette de Brünnich adulte, île de Digges est, août 1980

B. Lyon

duction en observant à distance et en notant tous les jours les nids dans lesquels il y avait des oeufs ou des oisillons (surveillance de type I de Birkhead et Nettleship, 1980);

3) parcelles d'étude de la ponte (R, S1 et T) dans lesquelles tous les oeufs ont été mesurés et pesés;
4) parcelles d'étude de la croissance (R et T, également utilisées comme parcelles d'étude de la ponte) dans lesquelles nous avons déterminé la croissance des oisillons en les pesant et en les mesurant tous les trois jours à partir de leur éclosion.

Afin d'étudier le régime alimentaire des marmettes, nous en avons capturé aux endroits où elles se nourrissaient jusqu'à une distance de 80 km de la colonie, à plusieurs reprises pendant la saison et ce, toutes les années de l'étude. Nous avons obtenu des échantillons d'aliments donnés aux oisillons en recueillant le poisson échappé ou rejeté pendant la pesée des oisillons ou les opérations de baguage.

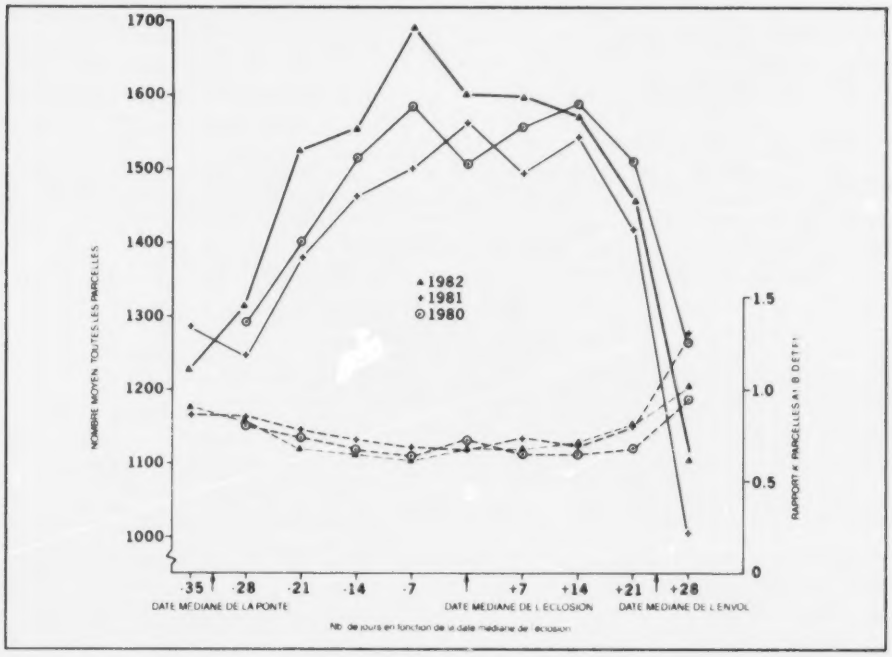
3.2.1. Fréquentation de la colonie

D'après la population locale, les marmettes arrivent en général à la lisière de glace fixée près d'Ivujivik en avril ou au début de mai, peu après le début du déglacement dans le détroit de Digges. Au cap Dorset, au coin nord-ouest du détroit d'Hudson, on peut également voir en mai des marmettes à la lisière de glace. Lors d'un relevé aérien effectué le 16 avril 1982, il n'y avait aucune Marmette à aucun des deux endroits même si l'eau était libre de glace à proximité de la colonie, et elles étaient également absentes des transects survolés dans l'ouest du détroit d'Hudson. En 1982, les marmettes ne sont pas arrivées dans le détroit d'Hudson avant la mi-avril. Apparemment, quelques marmettes hivernent dans le nord de la baie d'Hudson au voisinage de l'île de Southampton (Sutton, 1932), mais elles ne représentent probablement qu'une petite fraction de la population et elles peuvent provenir de la colonie de l'île de Coats.

La date la plus hâtive à laquelle le campement a pu être installé sur l'île de Digges a été le 12 juin 1982 et à ce moment-là, les falaises étaient déjà couvertes de marmettes. Pendant la période de préponte, le nombre d'oiseaux a varié considérablement, les falaises étant presque complètement désertées par mauvais temps. Dès que la ponte a commencé, soit vers le 20 juin, le nombre d'oiseaux sur les falaises est resté élevé jusqu'à ce que la plupart des oisillons aient quitté le nid, à la fin du mois d'août.

Le nombre maximal d'oiseaux dans la colonie a été relevé entre le milieu de la période d'incubation (mi-juillet) et le premier envol (mi-août) (figure 19). En 1981, leur nombre était inférieur à celui des deux autres années sauf pendant deux périodes de sept jours; en 1982, il était plus élevé que celui des deux autres années pendant la période suivante : 28 jours avant et sept jours après la date mé-

Figure 19
Variations du nombre de Marmettes de Brünnich présentes lors des dénombrements quotidiens et variations dans la proportion des couples reproducteurs par rapport aux oiseaux présents (rapport *K*) dans les parcelles d'étude de l'île de Digges est

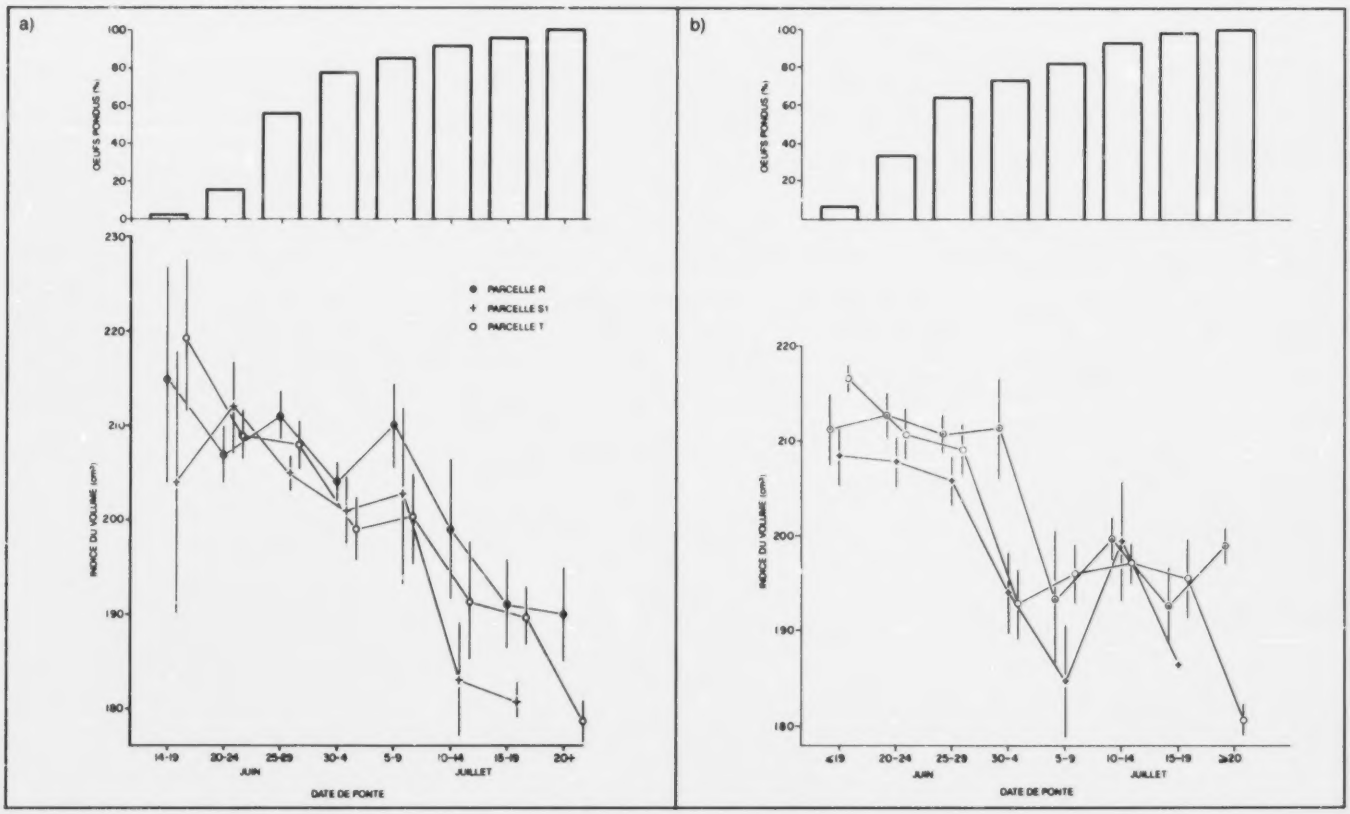


diane de la période d'éclosion. La proportion de couples reproducteurs par rapport au total des oiseaux qui fréquentaient la colonie (rapport *K*) ne différait pas vraiment d'une année à l'autre parce que le nombre d'oeufs pondus en 1982 était également plus élevé que celui observé pendant les autres saisons.

D'une façon générale, le schème de fréquentation de la colonie était semblable à celui observé à l'île du Prince-Léopold, mais le nombre maximal d'oiseaux semblait être atteint plus tôt dans la saison, car celui-ci a été relevé à la date médiane de la période d'éclosion ou sept jours plus tôt, de 1980 à 1982. Par contre, à l'île du Prince-Léopold, la fréquentation était maximale à la date médiane de la période d'éclosion ou après celle-ci au cours des étés «normaux» de 1975 à 1977.

Le rapport du nombre de couples reproducteurs au nombre total d'oiseaux présents dans la colonie était généralement plus élevé que celui obtenu à l'île du Prince-Léopold au tout début de la saison, mais les rapports calculés pendant la période comprise entre le milieu de la période d'incubation et le milieu de la période d'élevage des oisillons étaient à peu près semblables (tableau 11). Ces observations renforcent l'idée selon laquelle un rapport *K* d'environ 0,67 peut être utilisé pour

Figure 20
Indices du volume des oeufs de Marmettes de Brünnich dans l'île de Digges est *a*) en 1981 et *b*) en 1982, selon la date de ponte et le pourcentage d'oeufs pondus



convertir les résultats des dénombrements effectués vers la période d'éclosion en nombre de couples reproducteurs dans les grandes colonies de Marmettes de Brünnich.

3.2.2. Période de la reproduction □

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour déterminer la date à laquelle les Marmettes de Brünnich de l'île de Digges pondent leurs oeufs. En 1980 et 1981, les pontes ont été observées directement dans les parcelles d'étude de la reproduction. En 1981 et 1982, les dates de ponte ont été calculées à partir de la densité des oeufs pesés dans les parcelles d'étude de la ponte, et pour toutes les autres années, les dates d'éclosion ont été obtenues dans les parcelles d'étude de la croissance.

Les premiers oeufs dans les parcelles d'étude de la reproduction ont été pondus le 18 juin en 1980 et en 1982, et le 24 juin en 1981. D'autres mesures ont confirmé que la reproduction s'était effectuée un peu plus tard en 1981 que les deux autres années (tableau 12). De plus, l'âge moyen des oisillons au moment du premier envol était plus élevé en 1981, mais la date à laquelle 90 % des oisillons avaient quitté la colonie était semblable parce que la ponte avait cessé plus tôt en 1981. Les dates de ponte, d'éclosion et du premier envol étaient semblables à celles enregistrées entre 1975 et 1977 à l'île du Prince-Léopold en dépit du fait que l'île de Digges soit située 12° plus au sud. À l'île de Digges, la reproduction semble avoir eu lieu plus tôt en 1955; d'après les calculs de Tuck, la première éclosion s'est produite le 16 juillet. Cet auteur a enregistré le plus grand nombre de premiers envols les 16 et 17 août.

3.2.3. Dimensions des oeufs □

Le volume moyen (longueur × largeur²) de tous les oeufs mesurés dans les trois parcelles d'étude de la ponte sur l'île de Digges était de 204,3 cm³ ($N = 1175$). Il est supérieur à la moyenne de n'importe lequel des échantillons prélevés sur l'île du Prince-Léopold ou de ceux prélevés en 1979 sur l'île de Coburg ou au cap Hay, île de Bylot (Birkhead et Nettleship, 1981).

Les oeufs pondus dans la parcelle R, à l'extrémité sud de la colonie, étaient plus gros, en moyenne, que ceux pondus dans les parcelles S1 ou T, et cette différence était constante au cours des trois années de l'étude (tableau 13). Nous n'avons relevé aucune variation importante du volume des oeufs pondus au cours des trois années de l'étude, malgré qu'ils aient été pondus à des périodes différentes.

En 1981 et 1982, le volume des oeufs pondus dans toutes les parcelles diminuait à mesure que la saison avançait, de telle sorte que le volume moyen des premiers oeufs pondus était d'environ 210 cm³, alors que celui des oeufs pondus dans la seconde moitié de juillet était de seulement 190 cm³ environ. Au cours des deux années, nous avons relevé une diminution brusque de la dimension des oeufs après que les deux tiers de ceux-ci eurent été pondus (figure 20*a*,*b*), en particulier en 1982 où la dimension des oeufs a diminué brusquement entre les 25 et 29 juin et entre le 30 juin et le 4 juillet dans les parcelles S1 et T. Une diminution semblable s'est produite entre le 30 juin et le 4 juillet et entre les 5 et 9 juillet dans la parcelle R où la date médiane de la période de ponte a été plus tardive.

Lorsque nous connaissions la date de ponte à 48 heures près, nous avons pu comparer le poids des oeufs frais aux indices de leur volume. Nous avons relevé une corrélation étroite entre ces valeurs ($r = 0,952$, $N = 78$, $P<0,001$), et la régression du poids des oeufs frais par rapport à l'indice du volume nous permet d'évaluer le poids de tous les oeufs frais.

Poids d'un oeuf frais =
0,4917 (indice du volume) + 6,5327 g

Un oeuf dont l'indice du volume était de 210 cm³, moyenne pour les oeufs de la première ponte, pesait 109,8 g à la ponte alors qu'un oeuf frais dont le volume était de 190 cm³, valeur caractéristique des oeufs pondus plus tard, avait un poids de 100 g. Ainsi, la diminution approximative du poids des oeufs frais pendant la période de ponte était de 9,8 g ou 9 % du poids des oeufs de la première ponte.

Lorsque nous connaissions les dates de ponte et d'éclosion à 48 heures près, les périodes d'incubation des oeufs s'établissaient en moyenne à 32,4 ± 1,37 jours ($N = 28$) en 1980, 32,8 ± 1,77 jours ($N = 69$) en 1981 et 32,8 ± 1,86 jours ($N = 15$) en 1982. La période la plus courante était de 32 jours en 1980 et 1982 et de 33 jours en 1981. Ces périodes d'incubation étaient identiques à celles enregistrées à l'île du Prince-Léopold et rien ne prouve que les oeufs plus gros pondus à l'île de Digges prennent plus de temps à éclore.

Tableau 11
Comparaison des rapports *K* obtenus à l'île du Prince-Léopold et à l'île de Digges pendant une semaine vers la date médiane de la période d'éclosion (île du Prince-Léopold, du 1er au 7 août; île de Digges, période de sept jours centrée sur la date médiane de la période d'éclosion)

		Île du Prince-Léopold		Île de Digges		
		1976	1977	1980	1981	1982
Couples reproducteurs	(*A*)	659	650	305	306	306
Nombre moyen	(*B*)	906,2	1032	445,3	460,5	466,6
Rapport *K*	(*A*/*B*)	0,73	0,63	0,71	0,68	0,67

Tableau 12
Période de la reproduction des Marmettes de Brünnich de l'île de Digges est, de 1980 à 1982

	1980	1981	1982
Premiers oeufs pondus (parcelles d'étude de la reproduction)	18 juin*	24 juin	18 juin
Date médiane de la ponte (parcelles d'étude de la reproduction)	26 juin	30 juin	29 juin
Date médiane de la ponte (parcelles d'étude de la ponte)	28 juin	29 juin	26 juin
Date médiane de l'éclosion (parcelles d'étude de la croissance)	28 juillet	31 juillet	4 août
Âge moyen lors de l'envol, en jours (parcelles d'étude de la croissance)	21,6	24,0	22,0
Date où la majorité des oisillons ont pris leur envol (parcelles d'étude de la reproduction)	19–21 août	25 août	21–23 août
Date à laquelle 90 % des oisillons s'étaient envolés (parcelles d'étude de la reproduction, y compris les couvées de remplacement)	29 août	31 août	31 août

*Date extrapolée à partir de la date d'éclosion.

Tableau 13
Indices (longueur × largeur², cm³) du volume des oeufs enregistrés dans trois parcelles sur l'île de Digges est, en 1980, 1981 et 1982

	1980			1981			1982		
Parcelle	$\bar{x}$	ET	*N*	$\bar{x}$	ET	*N*	$\bar{x}$	ET	*N*
R	207,45*	15,45	126	205,80	15,96	160	207,31	16,01	171
S1	202,21	17,22	103	204,03	15,87	110	203,62	16,73	127
T	200,84	19,39	128	201,83	19,96	123	203,63	15,55	127

*Analyse de la variance selon deux modes :
par parcelle, $F = 8,77$, d1 2, $P<0,001$;
par année, $F = 0,62$, d1 2, N.I.

3.2.4. Croissance des oisillons □

Les oisillons pesés moins de 24 heures après leur éclosion avaient un poids moyen de 73,4 g, et il n'est pas surprenant, compte tenu du fait que le volume des oeufs était semblable, qu'il n'y ait aucune variation significative d'une année à l'autre. Cependant, le plus grand nombre de données sur le poids dont nous disposions pour des oisillons âgés de deux jours présentait une variation interannuelle importante : le poids moyen des oeufs éclos en 1981 s'établissait à 75,4 ± 7,6 g ($N = 43$), comparativement à 78,9 ± 8,3 g ($N = 38$) en 1980 et à 79,5 ± 8,9 g ($N = 57$) en 1982.

L'augmentation de poids des petits était assez uniforme jusqu'à environ huit jours, âge après lequel le taux d'augmentation diminuait pour atteindre une asymptote à environ 20 jours (figure 21). En 1982, les oisillons ont atteint un poids maximal : ceux de la parcelle R avaient un poids moyen de 153,0 g à 14 jours et de 161,8 g au moment du permier envol. En 1981, année où les taux de croissance ont été les plus lents, les valeurs correspondantes étaient de 134,0 et 148,4 g. On trouvera dans l'annexe 9 des détails complets sur la croissance des oisillons dans la parcelle R pour les trois années de l'étude.

En 1981, certains oisillons ont à peine augmenté de poids après l'éclosion, trois oisillons pesant moins de 100 g à 14 jours. La croissance des plumes était manifestement retardée chez ces oisillons : il n'y avait aucune croissance des tectrices primaires et les pennes étaient très peu développées. Le duvet des oisillons était clairsemé, cependant, de telle sorte qu'au 14e jour, ceux-ci étaient pratiquement nus.

En dépit du fait que les oeufs pondus sur l'île de Digges étaient plus gros que ceux pondus sur l'île du Prince-Léopold, les oisillons qui en émergeaient augmentaient de

Figure 21
Augmentation du poids des oisillons de Marmettes de Brunnich dans l'île de Digges est, de 1980 à 1982, par comparaison avec les données obtenues dans l'île du Prince-Leopold en 1977

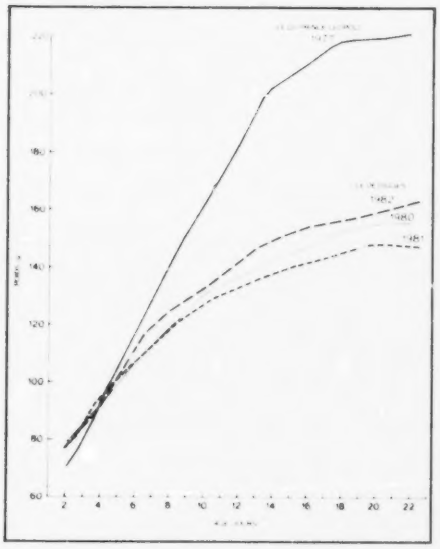
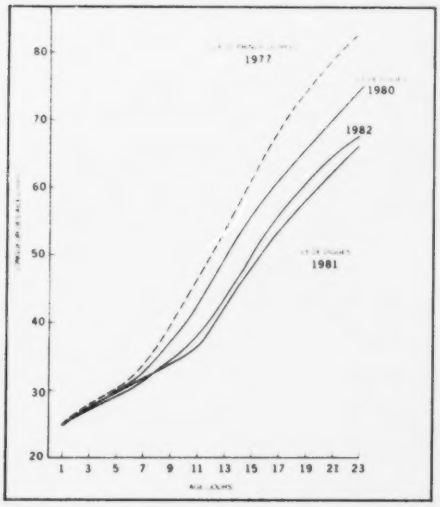


Figure 22
Augmentation de la longueur des ailes des oisillons de Marmettes de Brunnich dans l'île de Digges est, de 1980 à 1982, par comparaison avec les données obtenues dans l'île du Prince-Léopold en 1977



Un bagueur se dirigeant vers la parcelle S2 que l'on peut apercevoir au bas de la photo, juillet 1981

S. Smith

poids plus lentement (figure 21). Le poids moyen des oisillons à l'île du Prince-Léopold était compris entre 174 et 200 g au 14e jour et entre 196 et 216 g au moment du premier envol. Le poid moyen correspondant sur l'île de Digges était de 134 à 153 g et de 148 à 162 g (annexe 10). Une comparaison avec les oisillons pesés sur l'île de Coats en 1981 et sur les îles de Hantzsch et Akpatok en 1982 a montré que les oisillons de l'île de Digges se développaient également plus lentement que ceux des autres colonies du détroit d'Hudson (Gaston *et al.*, 1983).

En plus de gagner lentement du poids, les oisillons de l'île de Digges voyaient leurs plumes alaires apparaître plus lentement que ceux de l'île du Prince-Léopold (figure 22). Au 14e jour, la longueur moyenne des rectrices primaires (les plumes alaires les plus longues chez les juvéniles) était de 53 à 56 mm à l'île du Prince-Léopold et de 45 à 53 mm à l'île de Digges (annexe 10). Au moment du premier envol, les oisillons de l'île de Digges quittaient la colonie avec des ailes plus courtes même s'ils étaient généralement plus vieux.

En 1979, quelques oisillons ont été capturés en mer peu de temps après leur départ de la colonie. Leur poids moyen et la longueur de leurs ailes étaient semblables à ceux enregistrés les trois années chez les oisillons pesés et mesurés pour la dernière fois dans les parcelles d'étude de la croissance. Les perturbations attribuables à nos activités sur la falaise n'ont eu qu'un effet minime sur la croissance des oisillons étudiés.

3.2.5. Réussite de la reproduction

En 1980 et 1981, nous avons évalué la réussite de la reproduction dans chaque parcelle d'étude de la reproduction (A1, B, D et F1 en 1980 et, en plus, la parcelle J en 1981) plusieurs heures par jour. Nous avons constaté que des oeufs avaient été pondus dans pratiquement toutes les parcelles occupées, pendant plus de 80 % de nos visites, entre la date médiane de la période de ponte et le moment du premier envol (annexe 11). En 1982, par conséquent, nous n'avons pas fait d'observations prolongées pendant les périodes de ponte et d'incubation dans les parcelles A1, B, D et F1, mais nous les avons visitées pour déterminer lesquelles étaient occupées. Nous avons commencé à faire de longues observations dès que l'éclosion a commencé et, par la suite, les mêmes que lors des années précédentes. Dans la parcelle J, nous avons fait les observations normales pendant toute la saison de 1982.

Le pourcentage de couples reproducteurs qui ont réussi à élever un poussin jusqu'au 15e jour au moins (on a supposé que les oisillons qu'on ne voyait plus à partir du 15e jour s'étaient envolés) était de 64 % en 1980, de 60 % en 1981 et de 68 % en 1982 (tableau 14). Si l'on prend une moyenne pour 1980 et 1981, pour 100 oeufs pondus, 65 ont éclos et 61 oisillons se sont envolés. Sur les 35 oeufs perdus, six ont été remplacés, deux ont éclos et un oisillon s'est envolé, de sorte qu'au total, 62 oisillons se sont envolés pour chaque tranche de 100 couples reproducteurs.

3.2.6. Régime alimentaire des adultes

Nous avons étudié le régime alimentaire des Marmettes de Brünnich adultes en capturant des spécimens aux aires d'alimentation éloignées de la colonie. La plupart ont été abattus dans le sud-ouest du détroit de Digges près d'Ivujivik et des îles Nuvuk. Des individus ont également été capturés au large de la côte nord de l'île de Digges ouest et à l'est du cap Wolstenholme le long de la côte du continent jusqu'à Sugluk. Des captures ont été faites pendant toute la saison, selon les occasions, de telle façon qu'environ un tiers du total des individus prélevés chaque année l'ont été entre la première ponte et la première éclosion (du 20 juin au 20 juillet), un tiers entre la première éclosion et le premier envol (du 21 juillet au 15 août) et un tiers après le premier envol (du 16 au 31 août).

Entre 1980 et 1982, nous avons capturé 223 oiseaux dont 213 contenaient des résidus alimentaires identifiables. La plupart des oiseaux ont été disséqués moins de 4 h après leur capture; nous avons enlevé l'estomac et l'estomac glandulaire et les avons placés dans une solution d'alcool éthylique à 70 %. Les aliments ont été triés par groupe taxinomique et le nombre d'organismes représentés a été évalué par comptage des animaux entiers et des parties identifiables (par exemple, les otolithes pour les poissons, le telson ou la tête pour les crustacés, le bec pour les calmars, les mâchoires pour les annélides).

Les imperfections de ce type d'analyse sont bien connues (Bradstreet, 1980, 1982). Les restes identifiables de certains organismes persistent plus longtemps que d'autres dans l'estomac, et ces organismes sont donc surreprésentés lorsque nous étudions le contenu de l'estomac. De plus, lorsqu'il existe des différences importantes dans la taille et la valeur nutritive des différents organismes, une analyse strictement numérique augmente l'importance des petits organismes. Toutefois, ce problème peut être évité en convertissant le nombre d'organismes en poids. Lorsque l'on considère les valeurs obtenues, il faut garder présentes à l'esprit les erreurs inhérentes à nos méthodes de travail.

Nous avons identifié les otolithes en les comparant à une collection témoin d'otolithes de poissons identifiés qui ont été capturés par d'autres moyens. Au cours des trois années de l'étude, mais surtout en 1982, beaucoup d'otolithes de poissons n'ont pu être identifiés. La plupart de ceux-ci étaient petits par rapport aux otolithes identifiables, et il s'agissait peut-être dans certains cas d'otolithes secondaires de l'espèce identifiée. Toutefois, plusieurs avaient une apparence distincte et n'étaient ordinairement pas associés à d'autres types. Ils appartenaient probablement à des poissons non rencontrés à d'autres occasions pendant notre étude.

Les résidus de poissons prélevés le plus fréquemment appartenaient au saida (observés dans 24 à 45 % des estomacs chaque année), au lançon (13 à 37 %) et aux limaces (8 à 63 %) (tableau 15). Les unernaks et les chaboisseaux, deux espèces qui ont été données en pâture aux oisillons en nombre modéré, constituaient un faible pourcentage du régime alimentaire des adultes, et les résidus de flétan du Groenland, qui se retrouvaient en petit nombre dans les aliments donnés aux oisillons, n'ont jamais été vus dans les échantillons d'estomacs.

Les résidus d'invertébrés observés le plus fréquemment provenaient de crustacés amphipodes, *Parathemisto* et *Mysis*, (respec-

Tableau 14
Réussite de la reproduction des Marmettes de Brünnich de l'île de Digges est, de 1980 à 1982

	Parcelles														Totaux (A_1,B,D,F_1 seulement)		
	A_1			B			D			F_1			J				
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1981	1982	1980	1981	1982
Premiers oeufs	51	52	54	85	82	82	56	58	60	113	114	122	102	102	305	306	318
Éclosions, %	66,7	40,4	—	60,0	69,5	—	62,5	69,0	—	75,2	63,2	—	66,7	73,5	67,2	62,1	—
Oiseaux envolés, %	94,1	90,5	—	88,2	93,0	—	97,1	90,0	—	95,3	94,0	—	97,1	94,7	93,7	92,6	—
Oeufs de remplacement	1	10	—	6	5	—	3	2	—	3	6	—	6	9	13	23	—
Éclosions, %	0	40,0	—	16,7	40,0	—	33,3	0	—	66,7	66,7	—	83,3	77,8	30,8	43,5	—
Oiseaux envolés, %	0	75,0	—	100	50,0	—	0	0	—	50,0	100	—	100	100	50	80,0	—
Réussite globale de la reproduction, %	62,7	42,3	50,0	54,1	65,9	65,4	60,7	62,1	71,7	72,6	63,2	77,0	69,6	76,5	63,6	60,1	68,2

tivement dans 49 à 68 % et 10 à 19 % des estomacs; tableau 15), du calmar *Gonatus fabricii* (4 à 15 %) et d'une annélide, probablement *Nereis pelagica* (28 à 50 %). Le genre *Mysis* représentait 53 % de tous les organismes enregistrés en 1980, mais plus de 99 % des 2652 spécimens de *Mysis* comptés provenaient de six estomacs seulement, dont un en contenait 1144. *Parathemisto* était le genre consommé le plus régulièrement, ayant été trouvé dans 56 % de tous les estomacs examinés. Il s'agissait du deuxième organisme en importance identifié en 1980 (après *Mysis*) et celui observé en plus grand nombre en 1981 et 1982 (tableau 15).

Certains petits crustacés, en particulier les copépodes, n'étaient probablement pas consommés directement, mais se retrouvaient dans l'estomac des marmettes par l'intermédiaire des poissons dont celles-ci se nourrissaient. Ceci a été clairement prouvé lorsque nous avons trouvé des copépodes identifiables dans les estomacs d'oisillons recueillis sur les falaises. Il est impossible que les oisillons se soient nourris d'un organisme aussi petit qu'un copépode : ils devaient donc les avoir consommés par l'intermédiaire des poissons qu'on leur avait donnés.

Nous avons relevé quelques différences importantes d'une année à l'autre. Les lançons, qui constituaient de 10 à 11 % de toutes les proies en 1980 et 1981, en constituaient seulement 1,3 % en 1982. Le petit crustacé *Mysis*, qui ressemble à une crevette, présentait une tendance semblable, comptant pour 53,6 % des proies en 1980, 14,9 % en 1981 et seulement 3,8 % en 1982. En revanche, les limaces, qui représentaient seulement 0,2 % des proies en 1980, en comptaient 5,5 % en 1981 et 12,7 % en 1982. Chose étonnante, les copépodes étaient beaucoup plus communs en 1982 (9,4 % des proies) qu'en 1980 (0,3 %) ou en 1981 (0 %). Si, comme nous l'avons proposé, ces organismes se retrouvent dans les estomacs de marmettes par l'intermédiaire des estomacs de poissons, il semble très curieux que le nombre de ces organismes varie alors que la proportion de marmettes contenant des poissons demeure plus ou moins stable. La variation interannuelle peut être liée à des différences du comportement alimentaire ou à la composition des espèces de poissons plutôt qu'à une préférence quelconque des marmettes.

Sans connaître la vitesse relative à laquelle les différents organismes ou leurs parties traversent l'estomac d'une marmette, il est difficile d'évaluer l'importance relative des différentes proies dans le régime alimentaire de cette espèce. Pour en faire une évaluation sommaire, nous avons multiplié la proportion de tous les individus de chaque taxon par leur poids frais moyen. Nous avons ensuite exprimé ces indices de poids frais sous forme de pourcentage du poids frais total de tous les individus observés pendant toute la saison en 1980 et 1981 (figure 23, annexe 12). Pour 1982, cette analyse serait trompeuse parce que 44 % de tous les résidus étaient des otolithes représentant des poissons non identifiés dont leur poids frais était inconnu.

Les poissons constituaient les principaux éléments du régime alimentaire des adultes pendant ces deux années lorsque leur présence était exprimée en fonction du poids frais : le saïda (22 % en 1980, 64 % en 1981), le lançon (17 %, 5 %), l'unernak (19 %, 1 %), les limaces (1 %, 12 %) et les chaboisseaux (11 %, 9 %) étaient les espèces les plus importantes. En 1982, bien que nous ne puissions pas calculer les proportions globales, le saïda représentait un pourcentage beaucoup plus petit du régime alimentaire des marmettes qu'en 1981 puisque le nombre et le poids moyen des poissons de cette espèce étaient moindres par rapport au total des poissons. Les crustacés ne constituaient que 10 % des aliments en 1980

Tableau 15
Régime alimentaire des Marmettes de Brünnich adultes dans la région du détroit de Digges, d'après l'analyse du contenu stomacal

	Pourcentage des estomacs			Pourcentage du nombre total d'individus		
Proie	1980 ($N = 100$)	1981 ($N = 44$)	1982 ($N = 79$)	1980 ($N = 5410$)	1981 ($N = 935$)	1982 ($N = 3419$)
Estomacs vides	5,0	9,0	3,8			
Poissons						
Saïda (*Boreogadus saida*)	26,0	45,0	24,1	1,5	15,1	1,0
Lançon (*Ammodytes* spp.)	37,0	37,5	13,9	10,6	11,1	1,3
Capelan (*Mallotus villosus*)	21,0	15,0	12,7	1,2	0,7	0,5
Limaces (*Liparis* spp.)	8,0	35,0	63,3	0,2	5,5	12,7
Unernak (*Gymnelis viridis*)	1,0	5,0	2,5	1,1	0,2	0,1
Chaboisseaux (*Cottidae* sp.)	20,0	12,5	3,8	1,1	2,9	0,2
Non identifié	44,0	42,5	70,9	5,2	3,6	43,8
Tous les poissons	72,0	75,0	81,0	19,8	39,1	59,6
Crustacés						
Parathemisto spp.	49,0	52,5	68,4	21,3	37,9	17,9
Hyperia spp.	8,0	2,5	8,9	0,3	0,3	0,4
Mysis spp.	19,0	12,5	10,1	52,7	9,3	1,6
Boreomysis spp.	0	17,5	13,9	0	2,3	1,1
Mysidae (non identifié)	9,0	20,0	16,5	0,9	3,3	1,1
Ischyrocerus sp.	7,0	5,0	6,3	1,0	0,3	0,8
Weyprechtia sp.	8,0	0	1,3	0,5	0	<0,1
Gammarus sp.	9,0	0	1,2	0,3	0	0,2
Onisimus sp.	0	2,5	2,4	0	0,1	<0,1
Ampelisca sp.	0	2,5	0	0	0,1	0
Thyssanoessa sp.	1,0	0	3,8	<0,1	0	0,1
Argis sp.	2,0	0	0	<0,1	0	0
Sclerocrangon spp.	1,0	0	0	<0,1	0	0
Calanus sp.	0	0	3,8	0	0	0,7
Euchaeta sp.	0	0	26,6	0	0	6,8
Metridia sp.	0	0	7,6	0	0	0,5
Autres copépodes (comprenant les organismes non identifiés)	6,0	0	4,1	0,3	0	1,4
Tous les copécodes	6,0	0	38,0	0,3	0	9,4
Organismes non classés	10,0	0	21,5	0,6	0	0,8
Tous les crustacés	78,0	70,5	91,1	78,1	53,6	33,5
Mollusques						
Gonatus fabricii	15,0	15,0	3,8	0,9	0,7	0,1
Annélides						
Nereis pelagica	28,0	42,5	50,1	1,4	6,3	6,2

Tableau 16
Pourcentage de l'occurrence, en nombre et en poids, de neuf organismes dans le régime alimentaire des Marmettes de Brünnich de l'île de Digges est, de 1980 à 1982, d'après les spécimens prélevés sur les corniches de reproduction

	1980 ($N = 88$)		1981 ($N = 85$)		1982 ($N = 21$)	
Organisme	Nb. de spécimens, %	Poids, %	Nb. de spécimens, %	Poids, %	Nb. de spécimens, %	Poids, %
Saïda	45,5	60,4	55,3	58,0	62,0	67,7
Capelan	9,1	4,0	3,5	6,1	10,0	7,8
Lançon	20,5	6,2	8,2	2,4	10,0	3,3
Unernak	10,2	17,6	4,7	6,1	4,5	10,5
Flétan du Groenland	2,3	3,8	2,4	1,2	0	0
Chaboisseaux spp.	3,3	2,6	5,9	10,6	4,5	2,8
Blennies spp.	4,5	3,1	12,9	11,9	4,5	5,6
Calmar	3,4	2,3	7,1	3,5	4,5	2,4
Crustacés	1,1	0,1	0	0	0	0

et 5 % en 1981. Toutefois, si les otolithes demeurent dans l'estomac des marmettes beaucoup plus longtemps que les restes de crustacés identifiables, ces données peuvent être trompeuses. Elles fournissent effectivement une base de comparaison avec les données de Bradstreet (1980), qui a fait des calculs semblables (convertissant le tout en poids sec) pour étudier le régime alimentaire des Marmettes de Brünnich dans le détroit de Barrow.

Il est difficile de comparer le nombre total d'espèces trouvées dans le régime alimentaire des marmettes du détroit de Digges avec celui des espèces observées dans les oiseaux recueillis dans le détroit de Barrow parce que nous y avons capturé plus d'oiseaux sur une période beaucoup plus longue. Toutefois, si nous comparons nos échantillons pour le mois de juin et la première moitié de juillet avec ceux de Bradstreet (capturés entre le 5 juin et le 4 juillet), nous avons enregistré cinq genres de poissons au cours des trois années (et un à trois autres non identifiés mais ayant des otolithes) provenant respectivement de 36, 14 et 23 estomacs. Par contre, Bradstreet n'a trouvé que des résidus de saïdas et de chaboisseaux dans 98 estomacs. Ces résultats portent à croire que les marmettes disposaient d'une gamme de proies plus importante dans les eaux de l'Arctique inférieur de la région du détroit de Digges que dans les eaux de l'Arctique supérieur du détroit de Barrow.

Figure 23
Régime alimentaire des Marmettes de Brünnich adultes, en 1980 et 1981, selon le poids frais des aliments ingérés

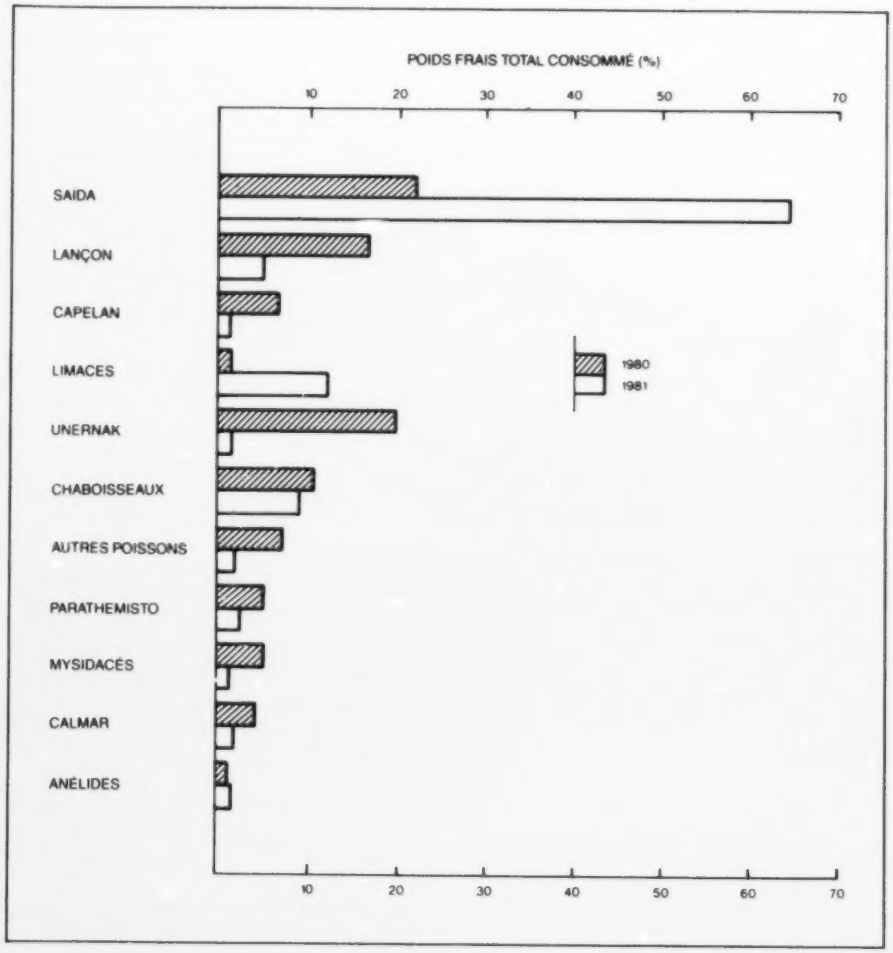


Tableau 17
Poids des portions données aux jeunes Marmettes de Brünnich sur l'île de Digges est, de 1980 à 1982

	1980			1981			1982		
	$\bar{x}$	ET	N	$\bar{x}$	ET	N	$\bar{x}$	ET	N
Saïda	12,35	8,91	22	9,63	7,24	18	6,40	4,33	9
Capelan	4,09	1,64	8	16,00	—	1	4,80	0,99	2
Lançons spp.	2,80	1,80	16	2,70	1,34	4	2,00	0,42	2
Unernak	15,96	10,92	7	12,00	1,41	2	12,90	—	1
Flétan du Groenland	15,35	7,71	2	4,75	1,06	2	—	—	—
Chaboisseaux spp.	7,10	2,55	2	16,00	—	1	3,40	—	1
Blennies spp.	6,95	7,85	2	8,45	8,25	4	6,90	—	1
Calmar	6,15	0,64	2	4,75	1,77	2	2,90	—	1
Toutes les espèces	8,72	8,17	61	8,63	6,66	34	5,75	4,06	17

3.2.7. Régime alimentaire des oisillons

Pratiquement tous les repas que nous avons vu donner aux oisillons consistaient en un seul poisson, comme c'est habituellement le cas pour les marmettes (Tuck, 1961; Gaston et Nettleship, 1983). Les exceptions comprenaient un calmar, de gros crustacés et, à une seule occasion, deux petits poissons. Dans une large mesure, les marmettes distribuent la nourriture aux oisillons tellement rapidement que nous étions incapables d'identifier les espèces de poissons en cause. Toutefois, une grande partie des poissons qui ont pu être identifiés étaient des saïdas et un petit nombre de flétans du Groenland et de chaboisseaux, les deux dernières espèces étant distinctes et facilement identifiables.

D'après les spécimens recueillis sur les corniches, il semble que le saïda soit le principal aliment des oisillons, composant de 45 à 62 % des spécimens recueillis de 1980 à 1982 et à peu près 58 à 68 % des aliments par poids (tableau 16). Les seuls autres poissons comptant pour plus de 10 % des spécimens dans une année étaient les capelans, les lançons et les blennies (comprenant l'unernak) même si en 1981, les chaboisseaux représentaient légèrement plus de 10 % du total par poids.

Afin de vérifier si les spécimens recueillis sur les corniches étaient représentatifs des proies normalement capturées pour les petits, nous avons capturé 21 oisillons en août 1981 et les avons disséqués pour étudier les résidus présents dans leur estomac. Ici encore, le saïda était l'espèce la plus importante, comptant pour 53 % des 53 organismes identifiés. Fait surprenant, les calmars constituaient 28 % comparativement à seulement 7 % des spécimens recueillis sur les corniches en 1981. Les annélides, qui autrement n'étaient pas considérés comme aliment des oisillons, constituaient 8 % des organismes présents dans les estomacs examinés.

L'incidence élevée de calmars et d'annélides dans les échantillons de résidus provenant des estomacs d'oisillons, par comparaison avec celle observée dans les aliments recueillis sur les corniches ou que nous avons vu distribuer aux oisillons, résultait probablement de la persistance de leurs parties dures. Nous avons trouvé des parties de ces deux organismes dans les estomacs, surtout des mâchoires chitineuses qui semblaient être très

difficiles à digérer. Ces dernières persistent probablement plus longtemps dans l'estomac des marmettes que les otolithes des poissons, peut-être parce qu'elles ne se décomposent pas et ne se dissolvent pas. Toutefois, si l'on considère seulement le poisson, les résultats de l'analyse du contenu stomacal étaient semblables à ceux obtenus par capture de spécimens sur les corniches.

Le poids moyen des poissons et des calmars recueillis et pesés pendant qu'ils étaient encore frais était de 8,7, 8,6 et 5,7 g respectivement, pour les saisons de 1980 à 1982 (tableau 17). En général, les saïdas donnés aux oisillons pesaient de 5 à 12 g et mesuraient de 60 à 130 mm de long. La plupart des autres poissons se situaient dans la même gamme de poids, bien que le lançon ait été généralement plus petit (1 à 5 g) et l'unernak plus gros (10 à 20 g). La majorité des saïdas de la taille observée étaient probablement dans leur deuxième ou troisième année, âge auquel ils atteignent leur maturité (Craig *et al.*, 1982).

La plupart des poissons apportés aux oisillons étaient plus gros que ceux décelés dans les aliments des adultes. Nous avons été incapable d'évaluer la taille des poissons auxquels appartenaient les plus petits otolithes trouvés dans les échantillons d'estomacs, mais la majorité des lançons pesaient moins de 1,5 g, comparativement à une moyenne de plus de 2 g pour ceux apportés aux oisillons. De même, les saïdas provenant des adultes receuillis après le début de l'éclosion étaient moins lourds au cours des trois années de l'étude (8,7 g, 5,7 g et 4,5 g) que ceux rapportés aux oisillons (voir le tableau 17). La taille moyenne du saïda présentait la même tendance dans les deux échantillons, ceux-ci étant plus lourds en 1980 et plus légers en 1982.

Les poissons rapportés aux oisillons de l'île de Digges est semblaient être plus petits que ceux donnés en nourriture aux jeunes Marmettes de Brünnich ailleurs. À l'île du Prince-Léopold, la portion moyenne pesait 12,5 g (Gaston et Nettleship, 1983) alors qu'elle pesait 13,3 g sur l'île de Coats en 1981 et 10,3 g à l'île de Hantzsch en 1982 (AJG, données inédites). Tous ces échantillons avaient la même provenance, c'est-à-dire des poissons recueillis sur les corniches. Les rythmes d'alimentation quotidiens étaient également relativement faibles sur l'île de Digges est pendant notre étude, soit 2 à 2,9 repas par oisillon comparativement à des rythmes de 3 à 5 repas par oisillon dans les colonies du détroit de Lancaster (Birkhead et Nettleship, 1981; Gaston et Nettleship, 1983) et ailleurs dans le détroit d'Hudson (Gaston *et al.*, 1983). Il se peut que les petites portions et le faible rythme d'alimentation soient responsables du faible poids des oisillons que nous avons examinés.

3.3. Guillemots noirs

Nous nous intéressions surtout, chez les Guillemots noirs, à leurs proies et à la provenance de celles-ci, mais nous avons également observé la biologie de leur reproduction. Presque toutes nos observations ont été faites à proximité des îles Navuk en 1981 et 1982, les études sur la biologie de la reproduction ayant été effectuées à Pitsulak City. Dans cette région, la plupart des Guillemots noirs nichent sous de gros blocs dans des îles relativement plates, de telle sorte qu'à la différence des nids situés sur la falaise, il est facile d'y accéder. De plus, la densité des nids était suffisante pour nous permettre d'observer jusqu'à 20 nids simultanément à partir d'une cache située à Pitsulak City.

Guillemot noir arrivant à l'îlot de Pitsulak City avec un blennie, août 1983

A. Macfarlane

Figure 24
Période d'éclosion des oisillons de Guillemots noirs à Pitsulak City, en 1981 et 1982

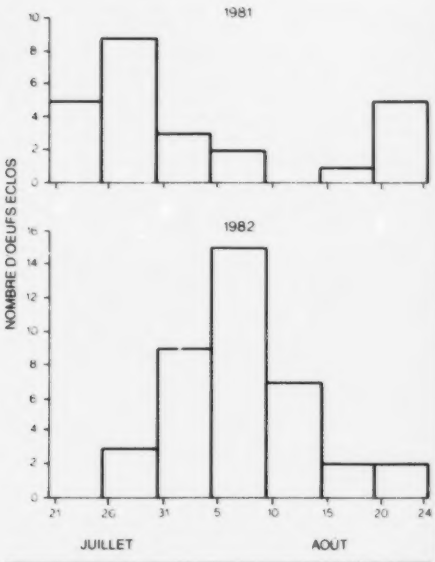


Tableau 18
Réussite de la reproduction des Guillemots noirs à Pitsulak City, en 1981 et 1982

	1981	1982
Nids examinés	20	52
Nb. d'oeufs pondus	34	100
Taille moyenne des couvées	1,70	1,92
Nb. d'oeufs éclos	19	51
Oeufs éclos, %	56	51
Nb. d'oisillons envolés	10	47
Oisillons envolés, %	53	92
Nb. d'oisillons envolés par nid	0,50	0,90

3.3.1. Période de la reproduction

En 1981, la majorité des oeufs ont éclos entre le 21 juillet et le 10 août, mais nous avons observé une deuxième période d'éclosion à la fin du mois d'août (figure 24). En 1982, les oeufs ont commencé à éclore après le 26 juillet et il n'y a eu qu'un seul sommet dans la ponte entre les 5 et 10 août. En supposant que la période d'incubation soit de 31 jours (Asbirk, 1979; Petersen, 1981), il y a tout lieu de croire que la ponte s'est effectuée entre le 20 juin et le 24 juillet en 1981 et du 25 juin au 24 juillet en 1982, dates et périodes semblables à celles relevées pour les Marmettes de Brünnich.

En 1981, les oeufs produits pendant la deuxième période d'éclosion étaient peut-être des couvées de remplacement. Petersen (1981) signale que de 9 à 16 % des Guillemots noirs de l'Islande qui perdent leur couvée pondent de nouveaux oeufs, bien que ce phénomène ne se produise qu'au tout début de la saison. En 1982, année où la reproduction a eu lieu plus tard qu'en 1981, il se peut que les couples reproducteurs n'aient pas eu suffisamment de temps pour produire des couvées de remplacement. Les jeunes Guillemots noirs effectuent leur premier envol entre 34 et 38 jours (Cairns, 1981; Petersen, 1981), de telle sorte qu'en 1981, la plupart des oisillons se seraient envolés vers le début de septembre. En 1980, des juvéniles emplumés ont été observés près des îles Nuvuk le 2 septembre, ce qui porte à croire que la période de la reproduction cette année-là était semblable à celle observée en 1981. En 1982, la période maximale d'envol se serait située vers la mi-septembre, après que nous ayons terminé nos observations.

3.3.2. Réussite de la reproduction

En 1982, nous avons observé les lieux de reproduction à partir du début de juillet, tandis qu'en 1981, nous n'avons commencé nos observations qu'à la fin de juillet, juste avant le début de l'éclosion. Cet écart peut expliquer le fait que 70 % ($N = 20$) des couvées de 1981 comptaient deux oeufs, tandis qu'en 1982, ce pourcentage passe à 92 % ($N = 52$).

Le taux de réussite de l'éclosion était étonnamment faible : seulement 56 % des oeufs ont éclos en 1981 et 51 % en 1982 (tableau 18). En 1981, le nombre d'oisillons envolés (53 %) était également assez faible, mais il était significativement plus élevé en 1982 (92 %) ($chi^2 = 11,81$, dl 1, $P<0,01$). Chaque couple reproducteur a élevé en moyenne 0,5 oisillon seulement en 1981, comparativement à 0,9 en 1982. Les données de 1981 peuvent être plus faibles car certains couples ont peut-être perdu leurs oeufs avant nos observations.

Les Guillemots noirs, tout comme beaucoup d'autres oiseaux de mer, sont sensibles aux perturbations humaines pendant la saison de la reproduction, mais l'influence de cette perturbation sur le rendement de la reproduction varie énormément (Cairns, 1980;

Figure 25
Augmentation du poids des oisillons de Guillemots noirs dans la région des îles Nuvuk en 1980, 1981 et 1982. Les données de 1981 proviennent de 85 mesures effectuées sur 25 oisillons; celles de 1982, de 238 mesures effectuées sur 44 oisillons

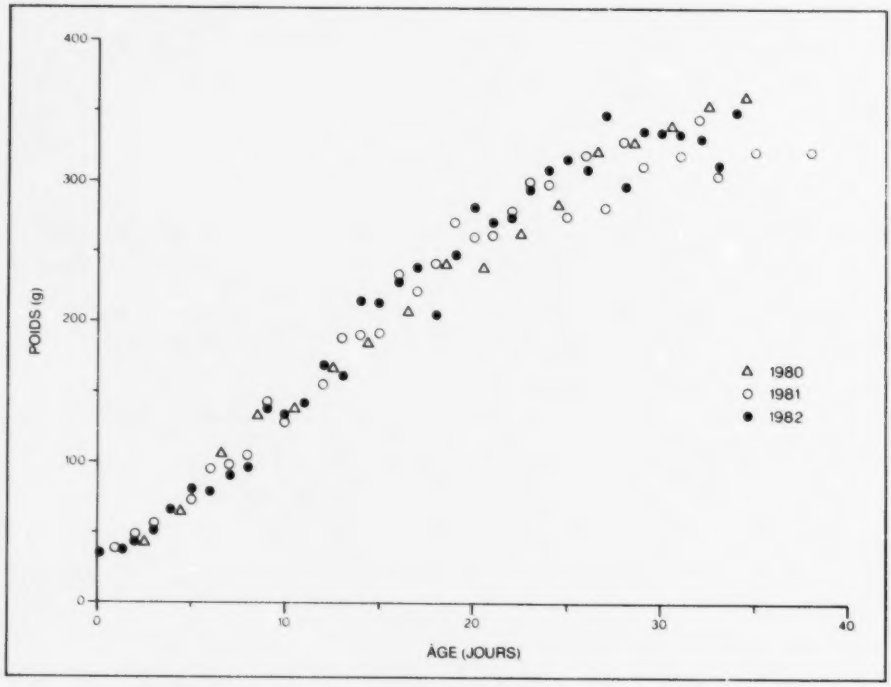
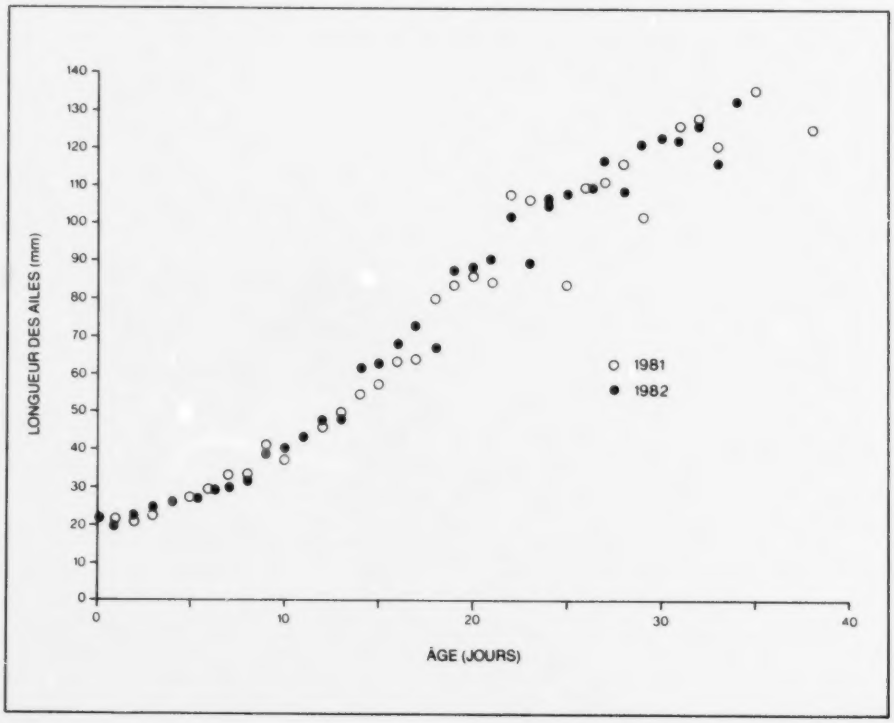


Figure 26
Augmentation de la longueur des ailes des oisillons de Guillemots noirs mesurées à Pitsulak City, en 1981 et 1982. Les données de 1981 proviennent de 85 mesures effectuées sur 25 oisillons; celles de 1982, de 238 mesures effectuées sur 44 oisillons



Petersen, 1981). Parce que nous avons effectué des expériences non contrôlées, nous ne pouvons pas évaluer les effets de nos activités sur la reproduction des guillemots, et nos données sur la réussite de la reproduction devraient être traitées avec beaucoup de prudence.

3.3.3. Croissance des oisillons

En 1981 et 1982, nous avons calculé la longueur des ailes et le poids de jeunes Guillemots noirs à Pitsulak City tous les quatre à cinq jours jusqu'au moment du premier envol. En 1980, nous n'avons pu effectuer aucune mesure systématique, mais 67 oisillons ont été pesés une seule fois à Pitsulak City et sur les îles avoisinantes entre le 6 et le 31 août. Nous avons établi une courbe de croissance pour cet échantillon en utilisant la longueur des ailes des oisillons pour évaluer leur âge (Gaston, sous-presse).

Les oisillons ont gagné du poids régulièrement jusqu'au 25e jour, où leur poids s'est uniformisé entre 300 et 350 g (figure 25). Le taux de croissance était semblable au cours des trois années de l'étude. Le taux de croissance en fonction de la longueur des ailes a augmenté graduellement d'abord, mais après 12 jours, il est demeuré relativement constant jusqu'au moment du premier envol (figure 26). Aucune différence du taux de croissance des ailes n'a pu être décelée entre 1981 et 1982.

Le taux d'augmentation du poids à Pitsulak City était plus élevé que celui observé à l'île du Prince-Léopold dans l'Arctique supérieur (Gaston, sous-presse), mais plus faible que celui calculé dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent (Cairns, 1981).

3.3.4. Régime alimentaire

Nous avons capturé 22 Guillemots noirs adultes en 1981 et 24 en 1982 pour étudier leur régime alimentaire. Tous ces oiseaux ont été capturés assez loin de notre colonie d'étude à Pitsulak City afin de réduire le risque d'abattre des oiseaux appartenant à la population étudiée.

Au cours de ces deux années, les résidus alimentaires les plus courants étaient des os de poissons et des otolithes et l'espèce la plus communément identifiée était le saïda (tableau 19). Nous avons également trouvé des fragments de crustacés dans environ la moitié des oiseaux, mais seuls quelques-uns ont pu être identifiés. Les plus courants étaient des mysidacés qui se trouvaient en grand nombre dans certains estomacs et qui constituaient les restes alimentaires les plus importants dans six oiseaux.

En plus d'être présents dans un grand nombre d'estomacs, les otolithes de saïdas étaient également les aliments les plus nombreux dans tous les estomacs que nous avons étudiés en 1982 et dans la plupart de ceux étudiés en 1981. Trois des quatre oiseaux capturés à la lisière d'un embâcle le 3 juillet 1982 ne contenaient que des restes de saïdas,

Tableau 19
Restes de proies trouvés dans les estomacs [illegible] Guillemots noirs capturés dans la région du détroit de Digges, en 1981 et 1982

Proie	Nb. d'estomacs (%)		
	1981 (N = 22)	1982 (N = 24)	1981 + 1982 (N = 46)
Poissons			
Saïda	13 (59)	11 (46)	24 (52)
Quatre-lignes atlantique	4 (18)		4 (9)
Stichée arctique	6 (27)	5 (21)	11 (24)
Tous les poissons, incluant les poissons non identifiés	21 (95)	20 (83)	41 (89)
Crustacés			
Mysidacés	5 (23)	5 (21)	10 (22)
Amphipodes	3 (14)	1 (4)	4 (9)
Décapodes	2 (9)		2 (4)
Tous les crustacés, incluant ceux qui ne sont pas identifiés	8 (36)	16 (67)	24 (52)
Polychètes		8 (33)	8 (17)
Cailloux, limaces, végétaux		5 (21)	5 (11)

Tableau 20
Aliments apportés aux jeunes Guillemots noirs à Pitsulak City, en 1981 (spécimens échappés par des adultes lors de leur retour) et en 1982 (observations visuelles à partir d'une cache)

Espèce	Spécimens échappés en 1981			Spécimens rapportés en 1982		
	Nb.	% du nb. total	% du poids total	Nb.	% du nb. total	% du poids total
Saïda	4	13	5	19	3,1	4,4
Lançon				1	0,2	0,1
Unernak	2	6	4	58	9,4	11,2
Quatre-lignes atlantique	6	19	25	172	27,8	22,1
Stichée arctique	17	53	60	309	50,0	55,9
Poules de mer	1	3	1			
Chaboisseaux	2	6	5	48	7,8	4,0
Limaces				9	1,5	2,2
Crustacés				1	0,2	0,1
Calmar				1	0,2	0,1
Total des individus identifiés	32			618		

poisson qui est particulièrement associé à la présence de glace. La plupart de nos échantillons de 1981 ont été recueillis à la fin de juillet ou en août. Si nous avions fait notre prélèvement plus tôt, lorsque la couverture de glace était importante dans la région, il est possible que la prépondérance du saïda dans les échantillons d'estomacs ait été encore plus élevée.

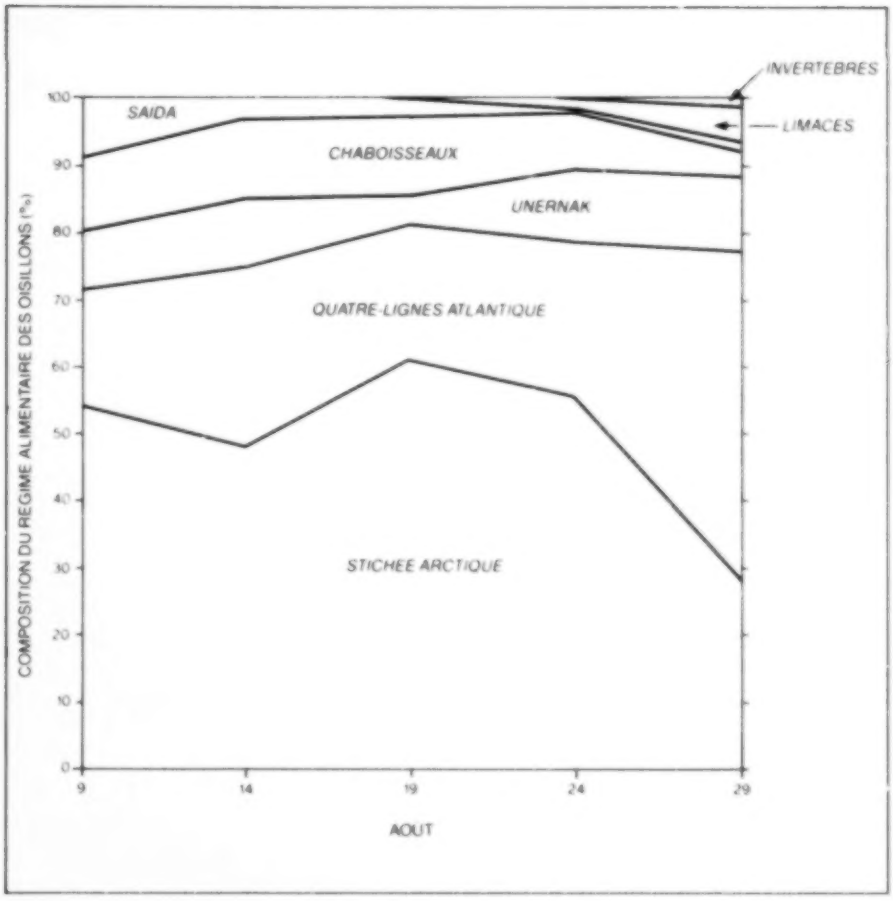
Nous avons obtenu des renseignements sur le régime alimentaire des jeunes guillemots en recueillant les poissons que les adultes avaient laissé tomber (en 1981) et en observant l'arrivée des oiseaux porteurs de nourriture (en 1982). Les poissons apportés aux oisillons étaient tenus sur le côté dans le bec de l'oiseau, juste sous la tête, de telle sorte que tout le corps du poisson était visible et que celui-ci pouvait habituellement être identifié, à moins que l'oiseau n'entre trop rapidement dans son nid. La plupart des poissons qui ont été échappés provenaient d'oiseaux pris au filet ou au collet pour être bagués en 1981, de telle sorte qu'ils devraient représenter un échantillon non biaisé des aliments donnés aux oisillons.

Le régime alimentaire des oisillons se composait principalement de blennies, en particulier de stichées arctiques, et de quatre-lignes atlantiques qui, ensemble, constituaient 72 % (N = 32) de l'échantillon de 1981 et 78 % (N = 614) de l'échantillon de 1982. En 1981, le saïda était aussi un aliment important, constituant jusqu'à 13 % des proies récupérées, mais en 1982, il ne constituait que 3 % des aliments donnés aux oisillons, et l'unernak (9 %) et les chaboisseaux (8 %) étaient les deux poissons les plus courants (tableau 20).

L'importance des blennies dans le régime alimentaire était plus grande lorsque le poids relatif des différentes espèces de proies était considéré, parce que le poids des stichées arctiques et des quatre-lignes atlantiques que nous avons récupérées en 1982 s'établissait en moyenne à 16,7 ± 5,3 g (N = 17) et à 19,8 ± 6,4 g (N = 6) respectivement, comparativement à 5,5 ± 3,0 g (N = 14) pour le saïda.

Au cours de ces deux années, nous avons constaté que la proportion de quatre-lignes atlantiques dans le régime alimentaire des oisillons augmentait pendant toute la

Figure 27
Variations de la proportion de différentes espèces de poissons dans le régime alimentaire des oisillons de Guillemots noirs à Pitsulak City, en août 1982



saison, et en 1982, presque la moitié des proies données en pâture à la fin du mois d'août appartenaient à cette espèce. Le saida, par contre, était la proie la plus importante au début de la saison mais son importance diminuait graduellement par la suite (figure 27).

La prédominance des blennies dans le régime alimentaire des jeunes guillemots à Pitsulak City corrobore l'importance de ces poissons qui constituent la base de l'alimentation des oisillons à de nombreux endroits dans l'Atlantique Nord (Winn, 1950; Preston, 1968; Bergman, 1971; Asbirk, 1979; Cairns, 1981; Petersen, 1981). La gamme de proies contraste très fortement avec les aliments donnés en pâture en même temps aux jeunes Marmettes de Brünnich de l'île de Digges. L'absence totale de stichées arctiques ou de quatre-lignes atlantiques de l'alimentation des marmettes est probablement associée au fait qu'elles évitent les eaux peu profondes lorsqu'elles se nourrissent.

En 1982 et 1983, les études portant sur l'écologie des stichées arctiques, des quatre-lignes atlantiques et des unernaks ont été effectuées principalement dans les chenaux abrités entre les îles Nuvuk et le continent. Les plongeurs qui ont travaillé dans cette région ont remarqué la présence de grandes populations de blennies dont l'abondance était du même ordre que celle relevée dans nos études sur l'alimentation des jeunes guillemots (c'est-à-dire les stichées arctiques, suivies des quatre-lignes atlantiques et des unernaks).

3.3.5. Kleptoparasitisme des Labbes parasites

Des Labbes parasites, probablement des migrants après la reproduction, fréquentaient régulièrement les colonies de Guillemots noirs de la région de Nuvuk dans la dernière partie du mois d'août en 1981 et du 7 août au 8 septembre en 1982. Les labbes essayaient de voler les poissons aux guillemots en les rattrapant en vol de telle sorte que la victime laissait tomber sa proie pour éviter le harcèlement. La tactique de fuite des guillemots consistait à voler le plus rapidement possible ou à plonger dans l'eau. Tous les oiseaux observés étaient dans leur phase claire.

En 1982, nous avons observé, à 141 reprises, six labbes qui essayaient d'obtenir le poisson des guillemots pendant 6,5 h. Les guillemots ont laissé tomber leur poisson dans 13 cas, ce qui donne un taux de réussite de 9 % pour les labbes.

À cinq reprises, nous avons vu des guillemots attaquer des Labbes parasites. Dans deux cas, le guillemot a assené un coup à un labbe qui était sur l'eau et dans les trois autres il a poursuivi un oiseau en vol. Dans tous les cas, le labbe n'a offert aucune résistance et s'est envolé rapidement.

Au moyen d'évaluations du temps passé par les labbes dans notre zone d'observation de Pitsulak City, nous avons calculé que ces oiseaux ont volé environ 20 poissons par jour aux guillemots. On trouve dans la région plus de 50 nids actifs de guillemots, et l'effet direct du kleptoparasitisme des labbes était probablement faible. La présence des labbes n'a pas eu pour effet indirect de dissuader les guillemots de rapporter de la nourriture à la colonie puisque le rythme d'alimentation s'est accru après l'arrivée des labbes.

Nous avons vu, à plusieurs occasions, des Labbes parasites à Pitsulak City poursuivre sans succès des Marmettes de Brünnich de passage, mais le kleptoparasitisme des labbes n'a jamais été observé dans les colonies de marmettes.

Les prédateurs

Pendant toute la saison, un grand nombre de goélands et de Grands Corbeaux ont fréquenté la colonie de Marmettes de Brünnich. Ils dévoraient les aliments échappés par les marmettes et les restes d'oeufs et d'oisillons délogés, ou capturaient directement les oeufs et les oisillons des marmettes. En 1980, nous avons évalué le taux de prédation des marmettes par les corbeaux. En 1981, et particulièrement en 1982, nous avons étudié l'importance des marmettes dans le régime alimentaire des goélands et des Grands Corbeaux et l'effet probable de leur prédation sur la réussite de la reproduction des marmettes.

Les Gerfauts et les renards roux étaient les autres principaux prédateurs des Marmettes et de leurs oeufs et oisillons. Nous avons évalué les répercussions de ces prédateurs sur les marmettes, mais nos observations sur les deux espèces sont restreintes, et nos estimations se fondent sur plusieurs hypothèses et approximations.

1. Les corbeaux

1.1 Biologie de la reproduction

En 1980, nous avons vu des Grands Corbeaux en quête de nourriture le long de la colonie de marmettes dès notre arrivée à l'île de Digges. Le 26 juin, 16 corbeaux, dont certains étaient des oisillons nouvellement emplumés, ont été comptés près des falaises. Toutefois, dans les nids observés en 1981 et 1982, les premiers envols des oisillons ont eu lieu après le 5 juillet (deux nids en 1981) et le 3 juillet (trois nids en 1982), ce qui porte à croire que la période de ponte avait probablement eu lieu entre environ la fin avril et la mi-mai (Godfrey, 1979).

À notre connaissance, les trois nids relevés en 1982 constituaient les seuls nids actifs de l'île. En 1981, le site 3 est resté libre tandis qu'en 1980, il avait été utilisé par une Buse pattue. Les nids étaient éloignés les uns des autres, des distances de 3,1 et de 3,6 km séparant les plus proches voisins (figure 28). D'après les observations de 1982, les oiseaux des nids 2 et 3 s'étaient ménagés des territoires dans la colonie de marmettes; le couple du nid 2 semblait revendiquer la majeure partie de la colonie. Après l'emplumement, les oiseaux du nid 2 se sont rendus dans la région du lac Long où ils sont allés se percher sur la falaise Hawk. Les oiseaux du nid 1, qui avaient été munis de bagues de couleur en 1981 et 1982, n'ont jamais été observés dans les environs des falaises où étaient installées les marmettes, bien que, à notre connaissance, les oisillons aient réussi leur premier envol. Ils étaient sans doute en quête de nourriture dans une autre région.

D'après l'analyse des pelotes de réjection recueillies au nid 1 en 1981 et 1982, les oiseaux de ce site se nourrissaient principalement de lemmings et de petits oiseaux. Les restes d'une marmette adulte ont également été trouvés dans les environs. Il s'agissait peut-être de restes récupérés par les prédateurs, mais une marmette adulte blessée a été tuée par un corbeau près de la colonie et d'autres corbeaux ont molesté des marmettes blessées. Au cours de plusieurs heures d'observation en 1981, aucun oeuf de marmette n'a été ramené au nid. Cependant, d'après nos observations de 1982, il est possible que les corbeaux adultes ingurgitent le contenu des oeufs et nourrissent les oisillons de leur jabot. Nous n'avons vu aucun oiseau avaler des oeufs entiers et, par conséquent, nous ne nous attendions pas à trouver des fragments de coquillage dans les pelotes.

Les deux autres couples de corbeaux nourrissaient principalement leurs petits d'oeufs et d'oisillons de marmettes, du moins après l'emplumement des petits. Ces derniers étaient nourris pendant au moins trois semaines après le premier envol et, même après un mois hors du nid, ils semblaient incapables d'enlever eux-mêmes les oeufs ou les petits des marmettes.

En 1982, les taux les plus élevés de prédation des marmettes par les corbeaux ont été constatés pendant les matinées de juin et juillet; il y avait une pointe avant l'heure du midi et presque toutes les activités cessaient après 18:00. En août, le taux de prédation était

Figure 28
Position des nids de corbeaux dans l'île de Digges est, en 1982

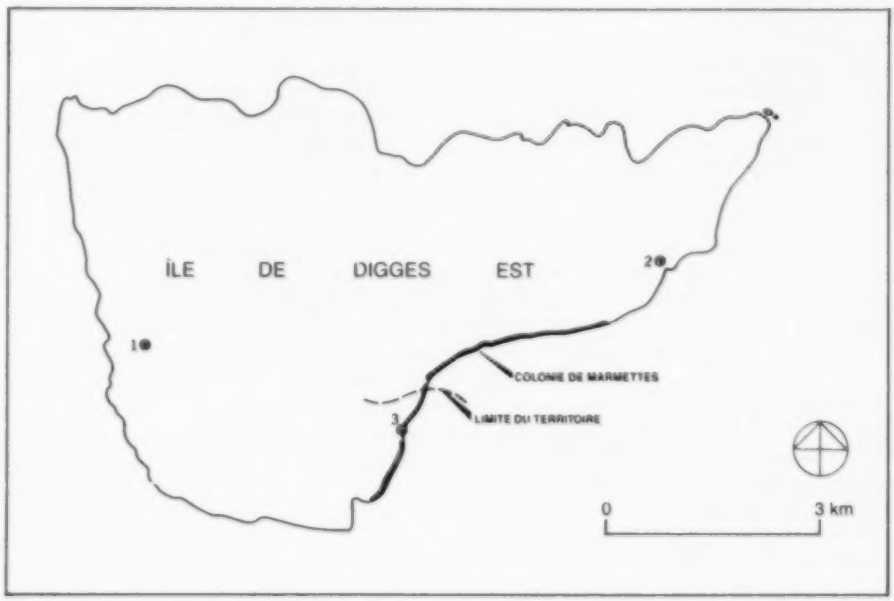
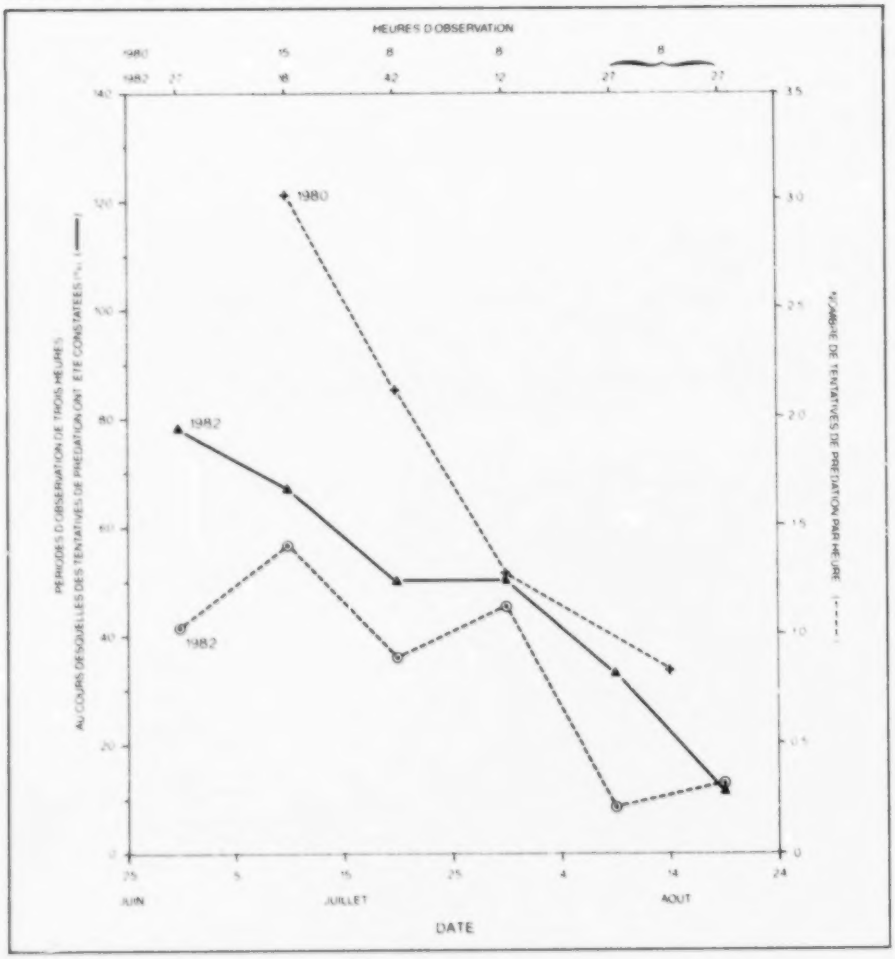


Figure 29
Intensité de la prédation par les corbeaux sur les oeufs et les oisillons de Marmettes de Brünnich dans l'île de Digges est en fonction de la date, en 1980 et 1982



reste perché pendant 1 ou 2 min sur une protubérance, puis s'envole jusqu'à une corniche pour y capturer un oeuf en 2 ou 3 min, revienne sur la falaise en décrivant des cercles et en tenant l'oeuf dans son bec et se dirige finalement vers l'intérieur des terres pour mettre sa prise à l'abri. Toute la manoeuvre, depuis l'arrivée sur la falaise jusqu'à la dissimulation de la prise, prenait souvent moins de 5 min. Bien que les corbeaux aient parfois été poursuivis par des goélands, nous n'avons observé qu'un cas où un corbeau a laissé échapper l'oeuf. En général, les corbeaux ne se préoccupaient pas des gambades des goélands.

Seuls six oeufs cachés ont été repérés *in situ* car, même si nous avions observé l'oiseau dissimuler sa prise, il était presque impossible de la localiser exactement à une distance de plus d'un mètre ou deux. Des vérifications régulières ont mis en évidence que les oeufs cachés que nous avions réussi à repérer avaient

Corbeau transportant un oeuf de marmette, île de Digges est, juin 1982

généralement plus faible et les captures s'effectuaient entre 14:00 et 18:00. En juillet, les corbeaux allaient s'installer dans leur aire de repos entre 21:00 et 21:30 et n'en repartaient habituellement qu'entre 4:30 et 5:00, peu après que le soleil eut commencé à réchauffer leurs perchoirs sur la falaise Hawk (nid 2) ou près de W (nid 3). Cette période de repos qui durait 7 h, était beaucoup plus longue que celle de toutes les espèces fréquentant les îles à cette époque de l'année.

En 1980 et 1982, le taux de prédation par des Grands Corbeaux dans les environs de la colonie a été maximal peu après le début de la période de ponte des marmettes et a subi une baisse vers la fin de la saison. Au cours de l'étude de 1980, qui s'est limitée à la parcelle D, les corbeaux étaient toujours présents en bordure des falaises pendant toutes les périodes d'observation, mais le nombre de tentatives de prédation est passé de plus de trois par heure pendant la première moitié de juillet à moins d'une par heure en août (figure 29). Par contre, au moins une tentative de prédation a été constatée durant chaque période d'observation. En 1982, les taux de prédation étaient inférieurs, passant de 1,5 par heure à 0,3 par heure; en outre, le pourcentage de périodes d'observation de 3 h où ont été relevées des tentatives de prédation est passé de 78 % à la fin de juin à seulement 11 % pendant la deuxième moitié d'août.

Au début de la saison, les corbeaux ont caché un grand nombre d'oeufs de marmettes, habituellement dans de la mousse peu dense à moins de 1 km du bord de la falaise. Parmi les 84 oeufs et oisillons capturés par les corbeaux, 69 (82 %) ont été dissimulés et 10 (12 %) ont été avalés immédiatement.

Certains oiseaux enlevaient très rapidement les oeufs qu'ils allaient cacher, un record de six oeufs en moins d'une heure ayant été enregistré le 21 juin 1982. Les corbeaux capturaient les oeufs des marmettes en relativement peu de temps. Il était assez fréquent qu'un corbeau apparaisse au sommet de la falaise, y été enlevés, sans doute par les corbeaux, dès le 17 août. Par conséquent, ces oiseaux ne conservent probablement pas leurs provisions d'oeufs cachés pour l'hiver.

1.2. Effets de la prédation par les corbeaux sur les marmettes

Les taux maximums de prédation des oeufs et des oisillons des marmettes ont été relevés en 1980; le nombre de captures réussies au cours des périodes d'observation des corbeaux a atteint en moyenne 1,2 h pendant toute la saison (38 h d'observation). En 1982, les prises moyennes étaient de 0,8 h (153 h d'observation), mais en 1980, toutes les observations ont été faites dans la parcelle D où a été relevé le taux de prédation le plus élevé des trois sites fréquentés en 1982 (tableau 21). La différence constatée entre les deux années était donc probablement moins importante que ne le révèlent les chiffres ci-dessus.

D'après les constations préliminaires, le taux de prédation en 1981 était faible et nous

Tableau 21
Prédation des oeufs et des oisillons de Marmettes de Brünnich par des corbeaux, observée à partir de trois stations sur l'île de Digges est, en 1982

	Stations d'observation			
	D (couple 2)	V (couple 2)	W (couple 3)	Total
Observations, h	51	51	51	153
Captures	54	21	48	123
Taux de prédation, captures/h	1,06	0,41	0,94	0,80

n'avons donc pas procédé à des séances régulières d'observation. Nous en sommes arrivés à cette conclusion en raison du fait que, dans les aires de reproduction observées, nous avons relevé en 1980 quatre cas de prédation par les corbeaux tandis qu'en 1981, nous n'avons constaté aucune manoeuvre de ce genre en dépit du fait que nous ayons consacré autant de temps à l'observation. Les oisillons du nid 2 que nous avons munis d'une bague de couleur en 1981 n'ont été observés qu'une seule fois dans les environs des falaises des marmettes où cette famille avait passé la majeure partie de la période en 1982. Par conséquent, nous avons supposé que les parents exploitaient une autre source de nourriture en 1981. Il est également possible que toute la famille se soit rendue à la colonie de marmettes du continent peu après le premier envol des oisillons.

Puisque les observations avaient été concentrées en un seul site en 1980, nous n'avons pas été en mesure de faire des extrapolations relatives aux taux de prédation dans l'ensemble de la colonie. Par contre, il serait possible de procéder à un calcul grossier en ayant recours au nombre de tentatives de prédation observées dans les parcelles d'étude de l'aire de reproduction, en supposant qu'il aurait été impossible de ne pas les voir si elles s'étaient produites au cours des périodes d'observation régulières quotidiennes. Nous nous sommes limités aux parcelles B, D et F pour ce calcul, car les observateurs de A s'étaient installés très près de cette parcelle, ce qui a peut-être éloigné les corbeaux de cette zone.

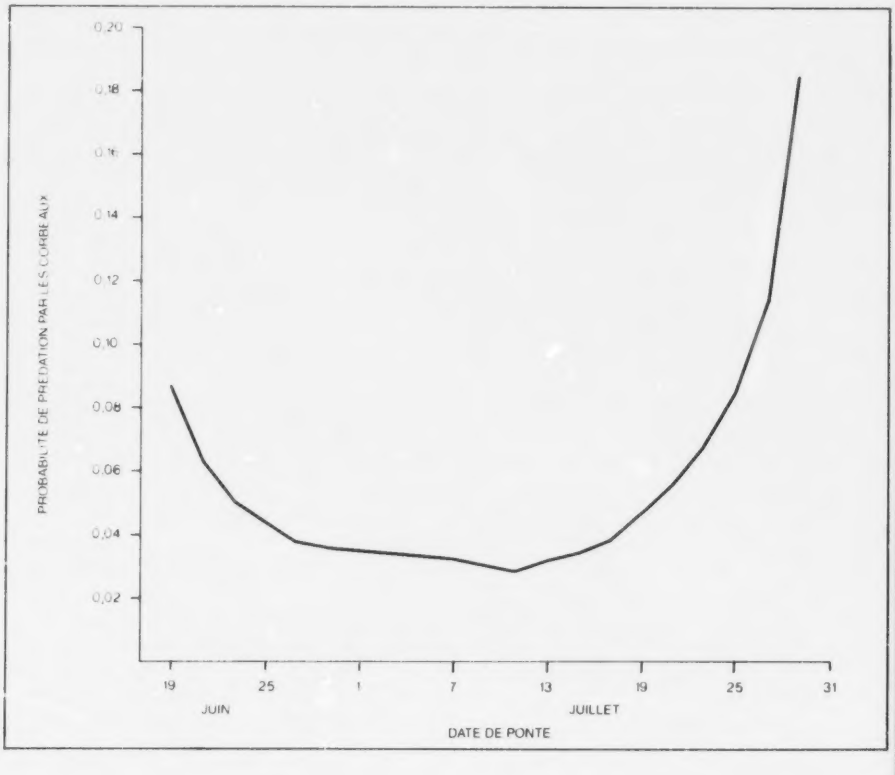
Les corbeaux ont réussi quatre captures d'oeufs ou d'oisillons en 148 h d'observation des parcelles B, D et F où couvaient 254 couples de marmettes. Nos périodes d'observation représentaient environ le cinquième de la période au cours de laquelle les corbeaux auraient pu s'attaquer à un oeuf ou un oisillon de ces parcelles et, par conséquent, nous estimons que les pertes totales dues à la prédation par les corbeaux étaient d'environ 20 oeufs et oisillons, c'est-à-dire 22 % de toutes les pertes.

En 1982, nous avons pu calculer avec plus de précision le taux de prédation par les corbeaux. À cette fin, nous avons évalué la superficie de la colonie observée à partir de nos trois stations et nous avons déterminé quel pourcentage de la colonie totale estimative représentait cette superficie (d'après le comptage sur photographie, «Les oiseaux de mer», section 1.5.). Nous avons également évalué, pour chaque période de deux jours, le nombre de couples reproducteurs possédant un oeuf, à l'aide des dates connues de ponte et du pourcentage total des pertes d'oeufs déterminé au cours de l'observation des parcelles de l'aire de reproduction (annexe 13). À l'aide de ces chiffres, nous avons été en mesure d'évaluer le nombre d'oeufs susceptibles d'être enlevés au cours de chaque période de deux jours pendant la saison et de le comparer au nombre estimatif de prises, qui se fondait sur les taux de prédation observés, afin d'obtenir le taux moyen de probabilité de capture d'un oeuf durant toute période de deux jours. Nous avons alors additionné les taux de probabilité pour des périodes de 32 jours afin d'évaluer le taux global de probabilité de prédation par les corbeaux pour les oeufs pondus à des dates différentes (figure 30; voir annexe 14 pour le détail du calcul).

D'après ce modèle, les oeufs pondus entre le 27 juin et le 17 juillet avaient moins de 4 % de chances d'être capturés par les corbeaux, mais les risques étaient plus élevés pour les oeufs pondus avant ou après cette période, les probabilités dépassant les 10 % dans le cas du petit nombre d'oeufs pondus après le 25 juillet. Le 27 juin, 53 % des oeufs étaient déjà pondus et, par conséquent, à l'exception de ceux pondus après le 17 juillet (moins de 6 %), les oeufs pondus pendant la première moitié de la période sont davantage susceptibles d'être enlevés par les corbeaux que ceux pondus pendant la deuxième moitié de la période.

Les corbeaux préféraient les oeufs aux oisillons lorsque les nids contenaient les deux. À compter du 1er août, la colonie comptait plus d'oisillons que d'oeufs mais, en août, les corbeaux ont enlevé 14 oeufs et seulement 10 oisillons. Le 23 août, au moment où le rapport oisillons/oeufs était de 12:1, les corbeaux ont pris cinq oeufs et seulement trois oisillons. Certains de ces oeufs tardifs étaient peut-être infécondés, et les oiseaux dont la période de couvaison s'était prolongée étaient généralement moins sur le qui-vive et leurs oeufs étaient sans doute une cible plus facile pour les corbeaux. Si une forte proportion des oeufs capturés par les corbeaux à la fin de la saison étaient infécondés, l'influence de la prédation par les corbeaux sur la réussite de la reproduction des marmettes a moins d'importance. En outre, les oeufs enlevés au début de la saison, pendant la période où la prédation par les corbeaux était la plus intense, ont été remplacés dans de nombreux cas, ce qui réduit également l'impact de la prédation. En supposant que tous les oeufs capturés avant le 1er juillet soient remplacés et que 50 % des oeufs enlevés après le 15 août soient infécondés, le pourcentage total de perte d'oeufs de marmettes dû à la prédation par les corbeaux atteint moins de 10 %.

Figure 30
Probabilité de la prédation des oeufs de marmettes par les corbeaux pendant une période d'incubation de 32 jours, sur l'île de Digges est, en fonction de la date de ponte



Adulte et jeunes Goélands bourmestres près de leur aire de nidification dans la parcelle S2, île de Digges est, août 1982

B. Lyon

2. Les goélands

2.1. Techniques de prédation

D'après les observations, des oeufs et des oisillons de marmettes ont été capturés par les Goélands bourgmestres et les Goélands arctiques, mais les Goélands bourgmestres représentaient la majorité des prédateurs identifiés de façon précise. Pendant la période d'élevage des oisillons, les Goélands bourgmestres représentaient 64 % (N = 62) des goélands en quête de nourriture le long des falaises. L'examen des détritus laissés dans les nids a révélé que les Goélands bourgmestres ont capturé davantage d'oeufs et d'oisillons de marmettes que les Goélands arctiques.

Nous n'avons pas pu observer systématiquement les quelque huit goélands fréquentant simultanément nos aires d'observation et il a donc été impossible d'évaluer le taux de prédation par les goélands en utilisant la même méthode que pour les corbeaux. Toutefois, par l'observation de 29 tentatives de prédation, nous avons pu rassembler des informations sur les techniques employées par les goélands. Dans le but de relever des modèles de comportement type, nous avons observé certains oiseaux individuellement, depuis le moment où ils franchissaient un point déterminé et pénétraient dans les parcelles D, V ou W pour se poser ou jusqu'à ce qu'ils quittent l'aire d'observation. Pendant cette période, nous avons relevé les paramètres suivants : la distance jusqu'à la face de la falaise, l'altitude (au-dessus du niveau de la mer), le nombre de retours au point de départ et l'attention accordée aux marmettes (jugée d'après les mouvements de la tête et le comportement face à la répartition des marmettes).

De 25 à 30 goélands en moyenne patrouillaient les falaises pendant la journée. Dans les parcelles D, V ou W, à toute heure du jour, des goélands volaient à une distance de 5 à 20 m des falaises, se laissant habituellement planer en bordure de celles-ci revenant sur leurs pas ou décrivant des cercles. Les goélands qui nous semblaient être à la chasse volaient à moins de 5 m des falaises; ils suivaient les corniches occupées et jetaient des coups d'oeil sur les marmettes posées plus bas. Les goélands pouvaient franchir plus de 1 km sans s'arrêter. Pendant les périodes d'observation, aucun goéland n'a tenté de défendre son aire d'alimentation en bordure des falaises.

Au cours de nos observations systématiques, nous avons suivi les déplacements de 600 goélands et évalué à 32 % la proportion de ceux qui cherchaient activement de la nourriture. En tout, nous avons vu 114 goélands faire 187 tantatives de capture d'oeufs ou d'oisillons de marmettes; leurs tactiques variaient de l'effleurement des corniches à la molestation directe des marmettes. Six tentatives seulement ont réussi (trois oeufs et trois oisillons).

En comparaison des corbeaux, les goélands molestaient beaucoup moins les mar-

mettes et comptaient, dans une plus grande mesure, sur les oeufs laissés sans surveillance ou déplacés de façon accidentelle. Ils n'ont témoigné d'aucune préférence pour les oeufs après l'éclosion des oisillons et, en août, le rapport oisillons/oeufs enlevés était de 5:2. Les goélands ne cachaient pas leurs prises, mais avalaient immédiatement les oeufs ou les oisillons afin d'éviter d'être poursuivis par d'autres oiseaux et régurgitaient ensuite une partie des aliments pour leurs oisillons.

2.2 Effets de la prédation par les goélands sur les marmettes

Etant donné que les activités de prédation par les goélands ont été peu nombreuses au cours de nos observations systématiques, nos évaluations des oeufs et des oisillons pris par ces oiseaux sont très approximatives. Cependant, avant le 1er août, nous avons vu quatre captures pendant un total de 250 min d'observation. En faisant une extrapolation de ces captures pour toute la période d'ensoleillement quotidien (18,5 h) et pour une moyenne de 28 oiseaux présents simultanément à n'importe quel moment du jour, le taux de prédation s'élève à environ 500 oeufs oisillons par jour. Après le 1er août, avec deux captures en 250 min, 29 oiseaux et un ensoleillement de 16,5 h, nous en arrivons à 230 prises par jour.

Ces résultats indiqueraient que les goélands peuvent capturer jusqu'à 7 % des oeufs de marmettes (soit 20 % des pertes) et 8 % des oisillons (pourcentage supérieur aux pertes observées sur les parcelles d'étude). Même en nous basant sur la population reproductrice estimative maximale (216 000 couples), les prises représentent 5 % des oeufs de la première ponte et 6 % des oisillons.

Nous avons évalué le nombre d'oeufs et d'oisillons de marmettes donnés en pâture aux oisillons de Goélands bourgmestres d'après les rythmes d'alimentation observés en S2. Les oisillons de goélands ont reçu en pâture 914 oeufs et 886 oisillons de marmettes pendant toute la saison de 1982 (annexe 15). En supposant que le taux de réussite de la reproduction dans les autres nids de Goélands bourgmestres du côté est de l'île de Digges soit similaire à celui de la parcelle S2, nous pouvons faire l'extrapolation des pertes totales causées par cette espèce de goélands en multipliant les chiffres par 55/21 (voir les dénombrements de 1982, tableau 5). D'après ces calculs, un total de 2400 oeufs et de 2300 oisillons auraient été capturés, à savoir 1,5 % des oeufs de la première ponte et 2 % de tous les oisillons. Lorsque nous tenons compte des oisillons de marmettes mangés par les goélands adultes, les oiseaux non reproducteurs et les oiseaux dont la reproduction a échoué, et d'un plus petit nombre de ces oisillons enlevés par les Goélands arctiques, notre évaluation de la prédation par les goélands semble à peu près juste. Par conséquent, la prédation par les goélands est un facteur important, et probablement dominant, qui influe sur le taux de mortalité des oisillons des Marmettes de Brünnich dont l'aire de reproduction se trouve sur l'île de Digges. Dès le premier envol d'un grande nombre d'oisillons de marmettes, le taux de prédation des oisillons qui restent dans la colonie diminue sans doute, car un grand nombre d'entre eux meurent peu après avoir quitté les falaises, ce qui fournit une source d'alimentation amplement suffisante pour les nécrophages.

3. Les faucons et les renards

3.1. Les faucons

En 1980 et 1982, lorsque les Gerfauts se sont reproduits avec succès sur l'île de Digges est, les marmettes semblaient être l'objet principal et peut-être unique de la prédation par ces oiseaux. Lorsque nous avons visité le nid en 1980, nous n'y avons trouvé que des restes de marmettes et nous n'avons pas vu d'autres proies transportées par des Gerfauts.

Nous n'avons fait aucune observation relative aux rythmes d'alimentation, mais il est possible de déterminer les exigences alimentaires des adultes et des oisillons en fonction de leur taille. En moyenne, chez les Gerfauts adultes, les mâles pèsent environ 1050 g et les femelles environ 1750 g (Cade et Digby, 1982). Dans des conditions normales, ces oiseaux ne requièrent pas plus d'une marmette adulte par jour pour s'alimenter (Newton, 1979). Avant le premier envol, les oisillons mangent moins que les parents et, par conséquent, les besoins alimentaires d'une famille pendant toute une saison (100 jours) devraient être satisfaits avec moins de 500 marmettes adultes, à savoir moins de 1 % de la population totale des marmettes du détroit de Digges.

Au cours de toutes les années d'étude, nous avons constaté des visites occasionnelles par des Faucons pèlerins qui ont sans doute capturé des marmettes mais, d'après nos observations, ces faucons n'ont pas fréquenté la colonie pendant plus de 12 jours par an et leur impact sur la population de marmettes était donc négligeable.

Jeunes Gerfauts au nid, île de Digges est, juillet 1982

D. Noble

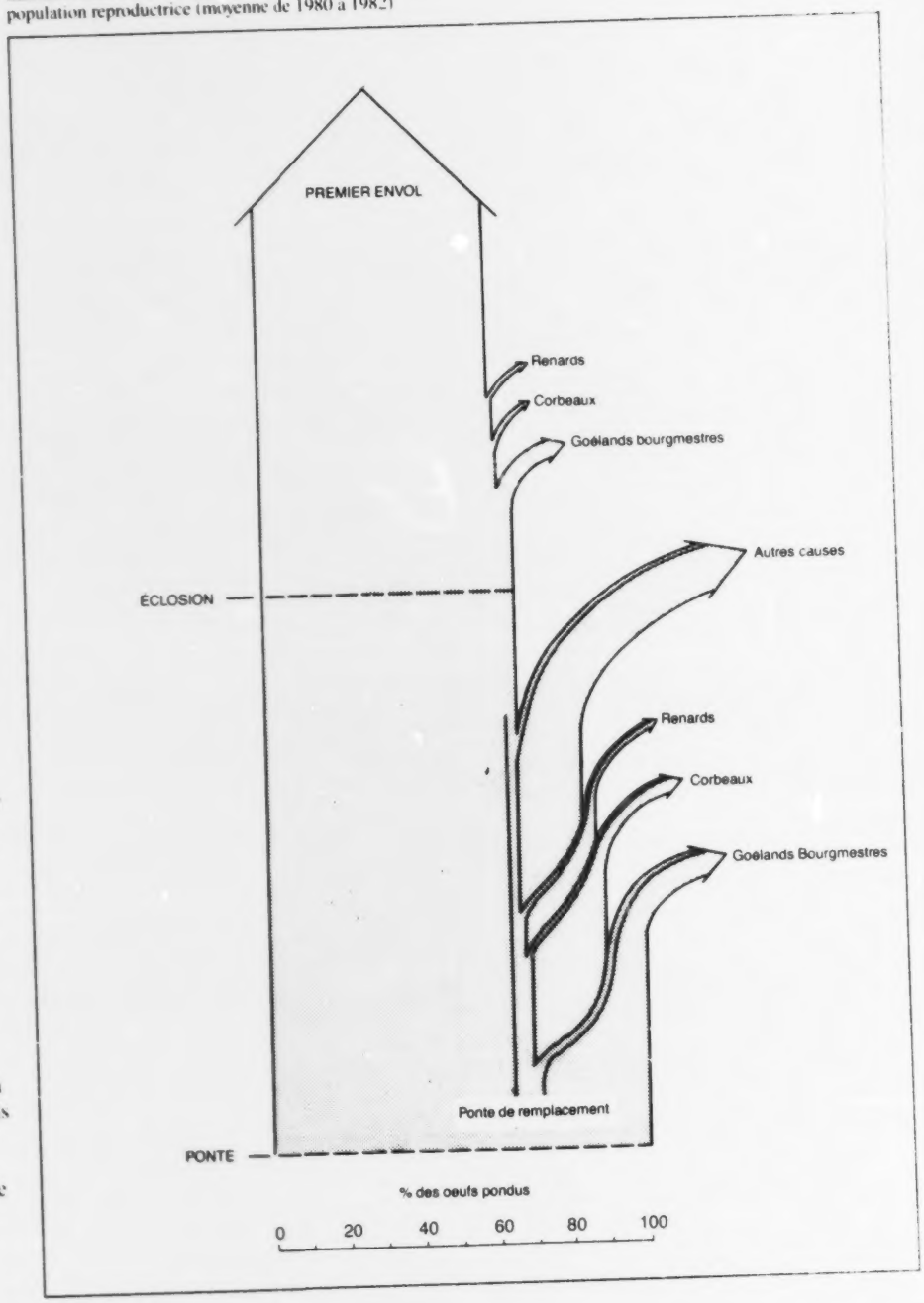
3.2. Les renards roux

Non seulement les renards se nourrissaient-ils de marmettes adultes, de leurs oeufs et de leurs petits, mais ils cachaient également leurs prises pour se constituer une réserve. Par conséquent, il était impossible d'évaluer le nombre de marmettes capturées par les renards en fonction de leurs besoins énergétiques quotidiens. Seul un cas de prédation a été observé, à 22:00, le 30 juin 1982, alors qu'un renard s'est emparé d'une marmette qui couvait et d'un oeuf dans la parcelle S1. Le renard a saisi la marmette (une femelle baguée) à la base du cou et l'oiseau a cessé de se débattre en moins d'une minute. Les renards chassaient sans doute principalement pendant la nuit, ce qui explique le peu de captures observées. En 1981, en une nuit, les renards ont rapporté quatre marmettes adultes dans leur tanière du camp Cove. Trois marmettes intactes recueillies dans la tanière le 1er juillet étaient des femelles dont les plaques incubatrices et les oviductes étaient bien développés; il s'agissait donc sans doute d'oiseaux reproducteurs. Nous avons aussi retrouvé trois autres marmettes éviscérées qui, d'après la mesure des becs, étaient deux femelles et un mâle.

En 1980 et 1981, un renard a tué de nombreux oisillons de marmettes ayant atteint la moitié de la taille adulte dans les parcelles d'étude de la croissance S1 et T. Un grand nombre d'entre eux avaient été décapités et abandonnés sur le bord de la falaise. En 1980, au moins 50 oisillons ont été tués dans la parcelle T et environ 80 dans la parcelle S1. Par suite du massacre des oisillons dans la parcelle S1, peu de marmettes adultes sont retournées dans la parcelle pour y passer le reste de la saison. En 1981, 70 oisillons ont été tués dans la parcelle T, mais les pertes enregistrées dans la parcelle S1 étaient négligeables. Ces deux parcelles se trouvent sur de vastes corniches facilement accessibles depuis le sommet de la falaise. En outre, l'odeur des humains a peut-être attiré les renards dans ces zones.

Les renards n'ont facilement accès qu'à des zones limitées de l'aire des marmettes, mais celles-ci doivent subir de très graves pertes au cours des ans où les renards fréquentent la région. Toutefois, même si nous tenons compte des oisillons abandonnés et non ramenés aux tanières et de la possibilité que de nombreux adultes, oisillons et oeufs soient cachés, l'impact des renards dans la colonie est sans doute faible. Au cours du baguage des oiseaux, nous n'avons observé aucune zone où des oisillons ont été tués de la même façon que dans les parcelles S1 et T. En supposant que deux adultes par jour soient capturés pendant les périodes de couvaison et d'élevage des marmettes, nous calculons une perte d'environ 100 marmettes auxquelles nous devons probablement ajouter plusieurs centaines d'oeufs et d'oisillons. Comme dans le cas des faucons, ce taux de prédation est négligeable par rapport à la population totale des marmettes dans la colonie.

Figure 31
Pourcentage des pertes d'oeufs de Marmettes de Brünnich attribuable aux prédateurs (à l'exception des humains) dans l'île de Digges est par rapport à la population reproductrice (moyenne de 1980 à 1982)



4. Conclusions

Bien que le taux de prédation par certains oiseaux de proie n'ait pu être mesuré que de façon approximative, nous avons essayé d'évaluer l'impact de la prédation, d'où qu'elle vienne, sur les Marmettes de Brünnich de l'île de Digges est (tableau 22). En supposant que la population d'oiseaux reproducteurs se composait au minimum de 135 000 couples de marmettes, la colonie comptait 270 000 oiseaux plus une population d'oiseaux non reproducteurs qui représentaient environ 20 % de la population d'oiseaux reproducteurs (d'après les données de Birkhead et Hudson, 1977), ce qui donne une population totale à l'île de Digges est d'environ 324 000 oiseaux. Par conséquent, d'après nos évaluations, la mortalité due à toutes les formes de prédation des adultes s'élève à moins de 1 % de la population.

Les pertes imputables aux prédateurs représentaient 10 % des oeufs de la première ponte, soit moins du tiers des pertes de toutes sources. Les pertes d'oisillons, même si elles ne représentaient que 8 % des oeufs éclos, équivalaient aux pertes de toutes sources. Par conséquent, les répercussions de la prédation sur la réussite de la reproduction des marmettes semblent maximales pendant la période d'élevage. Ce phénomène semble paradoxal, étant donné que les corbeaux préfèrent nettement les oeufs de marmettes, mais cette situation résulte du fait que les oeufs sont beaucoup plus susceptibles d'être perdus de façon accidentelle que les oisillons qui peuvent se cramponner à la corniche s'ils sont délogés par les mouvements de leurs parents. Les effets des prédateurs naturels à l'exception des huamins, sont résumés à la figure 31.

Le taux actuel de prises par les habitants de l'agglomération d'Ivujivik (jusqu'à 2000 marmettes adultes et 2000 à 3000 oeufs) semble bien en-deça des limites de capture que peut subir la population. En fait, puisque la majorité des oeufs capturés sont remplacés, les prises réelles sont peut-être inférieures aux chiffres présentés. À condition que les chasseurs fassent preuve de jugement, qu'ils ne perturbent pas inutilement la colonie et qu'ils restreignent le nombre de captures dans les aires d'hivernage, il ne semble pas y avoir de raisons pour que cette pratique ne continue pas indéfiniment.

Tableau 22
Incidences de la predation sur la taille de la population et la réussite de la reproduction des Marmettes de Brünnich sur l'île de Digges est, en 1982

	Nombre capturé pendant une saison de reproduction		
Prédateur	Marmettes adultes	Oeufs	Oisillons
Corbeaux		6 400	[500]
Goélands		11 000	8700
Faucons	500		
Renard roux	100	[300]	[600]
Tous les prédateurs naturels	600	17 700	9800
Inuit	1500*	2 000†	
Total	2100	19 700	9800

*En supposant que 75 % des marmettes adultes abattues localement proviennent de l'île.
†En supposant que 80 % des oeufs recueillis localement proviennent de l'île.

Buse pattue nichant sur l'île de Digges, 1980. Remarquer la tête d'une Marmette de Brünnich à l'avant plan

La chaine trophique

Le transfert des éléments nutritifs entre la terre ferme et la mer est habituellement unilatéral. Les produits des processus organiques terrestres s'infiltrent dans les cours d'eau qui les transportent finalement à la mer. Le cheminement inverse est plus rare, mais le transfert par les oiseaux de mer reproducteurs constitue une exception à la règle.

Les oiseaux de mer introduisent des éléments nutritifs organiques dans les écosystèmes terrestres par les moyens suivants :

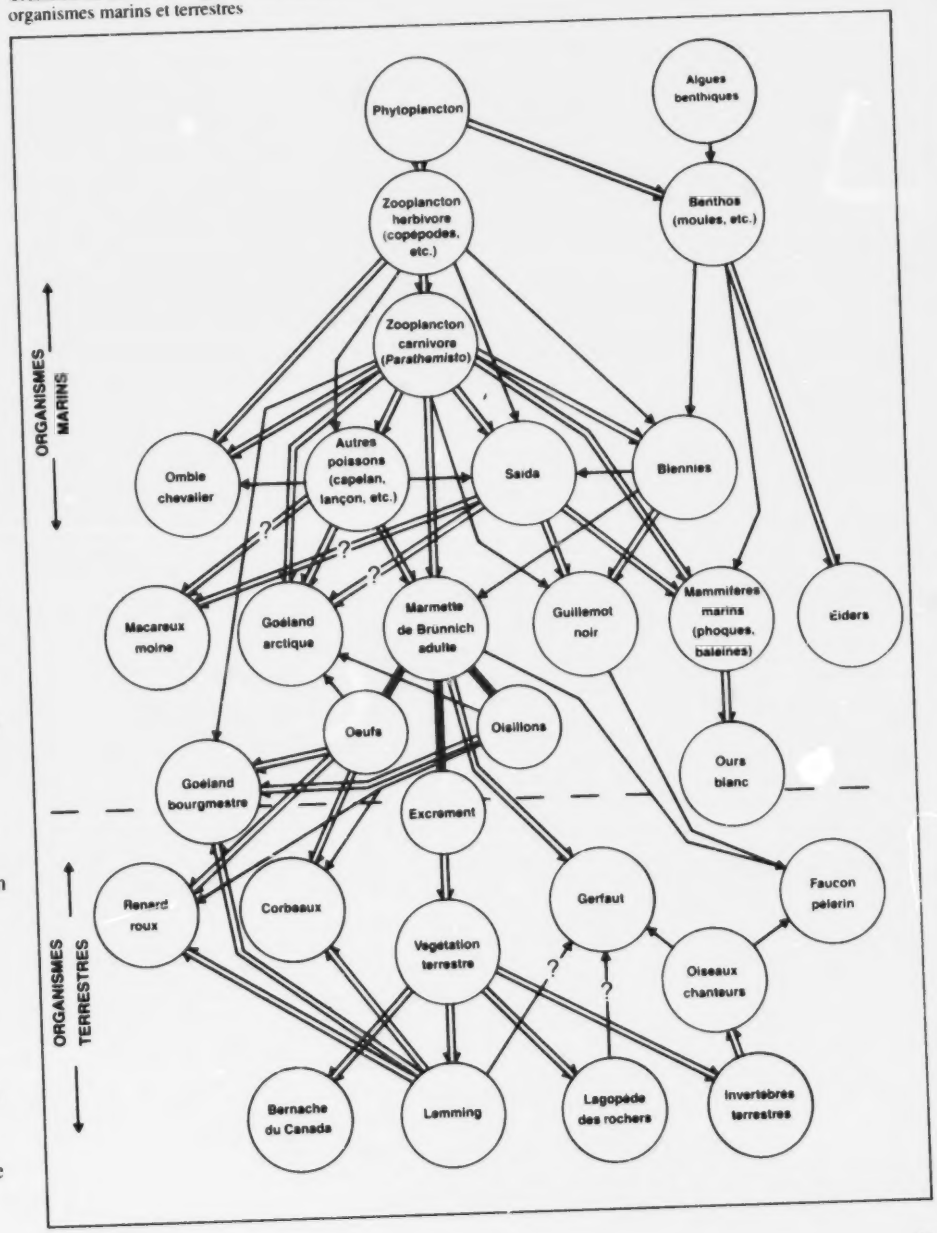
1. les oiseaux de mer laissent des excréments sur les corniches de reproduction. Une fois que ces excréments ont séché, les grands vents les transportent à l'intérieur des terres où ils servent d'engrais pour la végétation;
2. les oeufs, les oisillons et les oiseaux adultes ingérés ou cachés par les prédateurs terrestres comme les renards, les faucons et les corbeaux s'intègrent à la chaîne trophique terrestre;
3. les aliments provenant de la mer et ramenés dans la colonie pour nourrir les oisillons ou les adultes, on encore pendant les parades nuptiales, sont parfois abandonnés et s'introduisent ainsi dans la chaîne trophique terrestre.

Nos enquêtes n'ont pas été suffisamment détaillées pour nous permettre d'évaluer l'effet quantitatif de ces transferts d'éléments nutritifs, mais nous pouvons décrire et résumer en termes qualitatifs la chaîne trophique de la région de la colonie des Marmettes de Brünnich de l'île de Digges (figure 32).

En milieu marin, la chaîne alimentaire comporte six niveaux trophiques :

1. les producteurs primaires : le phytoplancton et les algues benthiques de grande taille;
2. le zooplancton herbivore : p. ex. les copépodes, *Limacina*;
3. le zooplancton carnivore : p. ex. *Parathemisto libellula, Sagitta*;
4. les petits poissons qui se nourrissent de zooplancton de plus grande taille : p. ex. les saïdas, les capelans, les blennies et les lançons;
5. les oiseaux de mer et les mammifères marins piscivores : p. ex. les Marmettes de Brünnich, les phoques annelés et les bélugas;

Figure 32
Chaîne trophique centrée sur la colonie de Marmettes de Brünnich du détroit de Digges et en relation avec les organismes marins et terrestres



6. les gros carnivores : l'ours blanc, le Gerfaut, le Goéland bourgmestre et le renard roux.

La chaîne alimentaire terrestre est moins importante et ne comporte que trois niveaux trophiques :

1. les producteurs primaires : les plantes vertes;
2. les herbivores : p. ex. les lemmings, les oies et bernaches et les lagopèdes;
3. les carnivores : les renards, les corbeaux et les faucons.

Il existe une autre pyramide terrestre où se succèdent les plantes vertes, les herbivores invertébrés terrestres (larves des lépidoptères, etc.), les oiseaux chanteurs et, peut-être, les faucons, bien que sur l'île de Digges, les faucons soient sans doute peu attirés par les oiseaux chanteurs en raison de l'abondance des marmettes; le dernier maillon de cette chaîne alimentaire risque donc d'être rarement exploité.

Le nombre de maillons des chaînes alimentaires marine et terrestre est lié à la taille des producteurs primaires. En mer, la majorité des éléments phytoplanctoniques sont microscopiques, de sorte que les herbivores (zooplancton) sont également de petite taille. À leur tour, les herbivores constituent la proie des petits carnivores (zooplancton de plus grande taille et poissons), d'où la présence de deux autres niveaux de gros carnivores. Sur terre, la production primaire est principalement assurée par les macrophytes dont se nourrissent les grands herbivores, d'où la présence d'un seul niveau de carnivores en raison des contraintes de taille des organismes terrestres.

Bien que les six niveaux de la chaîne trophique décrite ci-dessus ne soit pas exceptionnelle (Wyatt, 1976), il ne s'agit sans doute pas d'un cheminement type dans la chaîne trophique marine. Par exemple, le zooplancton ne constitue qu'une partie du régime alimentaire des oiseaux de mer, et seule une faible proportion de ceux-ci sont plus tard ingérés par les grands carnivores. De nombreux autres oiseaux de mer meurent en hiver loin du détroit de Digges, de sorte que des éléments nutritifs de la chaîne trophique de ce détroit sont transportés dans des eaux situées plus au sud.

La chaîne trophique du détroit de Digges diffère de celles du détroit de Lancaster (dans l'Arctique supérieur) qui ont été décrites par Gaston et Nettleship (1983) et Bradstreet et Cross (1982), particulièrement parce que la diversité des espèces de poissons est plus grande dans le détroit de Digges et celle des oiseaux de mer et des mammifères marins, plus faible. En ce qui concerne les poissons, les saïdas dominent les chaînes trophiques des deux régions, mais d'autres poissons comme le capelan, le lançon, les blennies et les limaces constituent une forte proportion du régime alimentaire des oiseaux de mer du détroit de Digges, ce qui n'est pas le cas dans l'Arctique supérieur. Par contraste, quatre espèces d'oiseaux de mer (Marmette de Brünnich, Guillemot noir, Fulmar boréal et Mouette tridactyle) forment un élément important de la chaîne trophique pélagique du détroit de Lancaster, tandis que dans le détroit de Digges, celle-ci est entièrement dominée par les Marmettes de Brünnich et compte également un petit nombre de Guillemots noirs.

Parmi les mammifères marins du détroit d'Hudson, mentionnons le phoque annelé, le phoque barbu, de petits nombres de phoques du Groenland et de bélugas (du moins, pendant une partie de l'année) et de petits nombres de baleines boréales. Pour sa part, le détroit de Lancaster est fréquenté par un nombre beaucoup plus élevé de phoques du Groenland en été et la population de baleines comporte de nombreux narvals.

Cette situation exceptionnelle, où la diversité des espèces est plus grande aux niveaux trophiques inférieurs et plus faible aux niveaux trophiques supérieurs, semble s'opposer aux prévisions normales au sujet des relations entre la diversité des espèces et la pyramide des nombres (Elton, 1927; Whittaker, 1970; Colinvaux, 1973). Quelles que soient les causes à l'origine de cette situation, ce phénomène est répandu dans tout le détroit d'Hudson et, à l'exception des Marmettes de Brünnich, relativement peu d'oiseaux de mer fréquentent ce détroit, sauf à l'extrême est (Gaston, 1982*b*).

La colonie de Marmettes de Brünnich du détroit de Digges et celle du nord de l'île Akpatok sont plus grandes que toutes les colonies du détroit de Lancaster, où les aires d'alimentation des marmettes sont également fréquentées en très grand nombre par des Mouettes tridactyles et des Fulmars boréaux. La différence constatée sur le plan de la diversité des espèces est peut-être due au fait que la concurrence avec les autres espèces d'oiseaux de mer du détroit de Lancaster limite la population de Marmettes de Brünnich, tandis que dans le détroit d'Hudson, les marmettes peuvent monopoliser les ressources disponibles. Bien que la concurrence des autres espèces d'oiseaux de mer puisse influer sur les populations de Marmettes de Brünnich dans le détroit de Lancaster, il n'est guère probable que les marmettes du détroit d'Hudson réussissent à éloigner leurs compétiteurs. Pour expliquer l'absence des Fulmars boréaux et des Mouettes tridactyles dans le détroit d'Hudson, nous devrons peut-être avoir recours à des facteurs historiques remontant à l'époque où les oiseaux de mer ont recolonisé l'est de l'Arctique canadien après la dernière période de glaciation. Nous avons peine à croire que, dans une région comme le détroit de Digges, où vivent plus d'un quart de million de Marmettes de Brünnich, il ne pourrait exister un seul couple de Mouettes tridactyles, une espèce associée à toutes les colonies de Marmettes de Brünnich dans l'Arctique supérieur. Nous devons donc en conclure que la population d'oiseaux de mer actuelle du détroit d'Hudson est incomplète et que d'autres espèces s'y joindront avec le temps. Les petits nombres de Macareux moines et de Godes qui viennent possiblement d'émigrer dans la région du détroit de Digges constituent peut-être les premiers éléments de cette diversification.

Marmettes de Brünnich survolant le détroit de Digges

A. Gaston

Bibliographie

Anderson, J.T.; Roff, J.C. 1980. Seston ecology of the surface waters of Hudson Bay. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:2242–2253.

Anon. 1974. L'Atlas national du Canada. MacMillan (Canada) et Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa. 254 pp.

Anon. 1979. Instructions nautiques–Labrador et baie d'Hudson, 4e éd. Min. des Approvisionnements et Services, Ottawa. 423 pp.

Anon. 1982. Tables des marées et courants du Canada, vol 4., l'Arctique et la baie d'Hudson, 1983. Min. des Pêches et des Océans, Ottawa.

Asbirk, S. 1979. The adaptive significance of the reproductive pattern in the Black Guillemot, *Cepphus grylle*. Vidensk. Meddr. Dansk. Naturh. Foren. 141:29–80.

Barber, F. 1968. The water and ice of Hudson Bay. Part 1. The water. Pages 287-318 *dans* Beals, C.S. (réd.). Science, History and Hudson Bay. Vol. 1. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Bergman, G. 1971. Grylleisten *Cepphus grylle* in einem Randgebiet : Nahrung, Brutresultat, Tagesrhythmus and Ansiedlung. Commentat. Biol. 42:1–26.

Birkhead, T.R.; Hudson, P.J. 1977. Population parameters for the Common Guillemot, *Uria aalge*. Ornis Scand. 8:145–154.

Birkhead, T.R.; Nettleship, D.N. 1980. Méthodes de recensement des marmettes, espèce *Uria* : une approche unifiée. Serv. can. de la faune, Publication hors série nº 43. 25 pp.

Birkhead, T.R.; Nettleship, D.N. 1981. Reproductive biology of Thick-billed Murres (*Uria lomvia*) : an inter-colony comparison. Auk 98:258–269.

Bradstreet, M.S.W. 1980. Thick-billed Murres and Black Guillemots in the Barrow Strait area, N.W.T., during spring: diets and food availability along ice edges. Can. J. Zool. 58:2120–2140.

Bradstreet, M.S.W. 1982. Occurence, habitat use and behaviour of seabirds, marine mammals and arctic cod at the Pond Inlet ice edge. Arctic 35:28–40.

Bradstreet, M.S.W.; Cross, W.E. 1982. Trophic relationships at high arctic ice edges. Arctic 35:1–12.

Brown, R.G.B.; Nettleship, D.N.; Germain, P.; Tull, C.E.; Davis, T. 1975. Atlas des oiseaux de mer de l'Est du Canada. Serv. can. de la faune, Ottawa. 220 pp.

Bursa, A.S. 1961. Phytoplankton of the "Calanus" expedition in Hudson Bay, 1953 and 1954. J. Fish. Res. Board Can. 18:51–83.

Bursa, A.S. 1968. Marine life; marine plants. Pages 343–351 *dans* Beals, C.S. (réd.). Science, History and Hudson Bay. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Cade, T.J.; Digby, R.D. 1982. The falcons of the world. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY. 188 pp.

Cairns, D. 1979. Censusing hole-nesting auks by visual counts. Bird-banding 50:358–364.

Cairns, D.K. 1980. Nesting density, habitat structure and human disturbance as factors in Black Guillemot reproduction. Wilson Bull. 92:352–361.

Cairns, D. 1981. Breeding, feeding and chick growth of the Black Guillemot (*Cepphus grylle*) in southern Quebec. Can. Field-Nat. 95:312–318.

Colinvaux, P.A. 1973. Introduction to ecology. Wiley International, NY. 621 pp.

Craig, P.C.; Griffiths, W.B.; Haldorson, L.; McElderry, H. 1982. Ecological studies of Arctic Cod (*Boreogadus saida*) in Beaufort Sea coastal waters. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:395–406.

Cramp, S.; Simmons, K.E.L. 1983. The Birds of the Western Palaearctic. Vol. 3. Oxford Univ. Press, Oxford, Royaume-Uni.

Dunbar, M.J. 1951. Resources of arctic and sub-arctic seas. Trans. R. Soc. Can., 3rd Ser., Sect. V. 45:61–67.

Dunbar, M.J. 1958. Physical oceanographic results of the "Calanus" expeditions in Ungava Bay, Frobisher Bay, Cumberland Sound, Hudson Strait and northern Hudson Bay. J. Fish. Res. Board Can. 15:155–201.

Dunbar, M.J. 1964. Serial atlas of the marine environment. Folio 6. Euphausiids and pelagic amphipods: distribution in north Atlantic and Arctic waters. Am. Geogr. Soc., NY.

Dunbar, M.J. 1972. The nature and definition of the marine subarctic, with a note on the sea-life area of the Atlantic Salmon. Trans. R. Soc. Can. 4th Ser. 10:249–257.

Dunbar, M.J.; Moore, D.M. 1980. Marine life and its environment in the Canadian eastern arctic : a biogeographic study. Mar. Sci. Cent., univ. McGill, manuscr. nº 33. 119 pp.

Elton, C.S. 1927. Animal ecology. Sidgewick and Jackson, London. 209 pp.

Fisher, J. 1952. The Fulmar. Collins, London.

Freuchen, P.; Salomonsen, F. 1958. The arctic year. Putnam, New York. 438 pp.

Gaston, A.J. 1982*a*. Migration of juvenile Thick-billed Murres through Hudson Strait in 1980. Can. Field-Nat. 96:30–34.

Gaston, A.J. 1982. On the seabirds of northern Hudson Bay. Nat. can. 109:895–903.

Gaston, A.J. 1984. Development of the young. *Dans* Birkhead, T.R.; Nettleship, D.M. (réd.). The Atlantic Alcidae. Academic Press, London (sous presse).

Gaston, A.J.; Chapdelaine, G.; Noble, D.G. 1983*a*. The growth of Thick-billed Murre chicks at colonies in Hudson Strait : inter- and intra-colony variation. Can. J. Zool. 61:2465–2475.

Gaston, A.J.; Malone, M. 1980. Range extension of Atlantic Puffin and Razorbill in Hudson Strait. Can. Field-Nat. 94:328–329.

Gaston, A.J.; Nettleship, D.N. 1983. La Marmette de Brünnich de l'île du Prince-Léopold. Serv. can. de la faune, Monogr. nº 6. 361 pp.

Gaston, A.J.; Noble, D.G.; Purdy, M.A.. 1983*b*. Monitoring breeding biology parameters for murres *Uria* spp.: levels of accuracy and sources of bias. J. Field Ornithol. 54:275–282.

Gaston, A.J.; Smith, G.E.J. 1984. Interprétation des relevés aériens d'oiseaux de mer : certains effets du comportement. Serv. can. de la faune, Publication hors série nº 49. 29 pp.

Godfrey, W.E. 1979. Les Oiseaux du Canada. 428 pp.

Grainger, E.H. 1968. Invertebrate animals. Pages 351–360 *dans* Beals, C.S. (réd.). Science, History and Hudson Bay. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Grainger, E.H. 1979. Primary production in Frobisher Bay, Arctic Canada. Pages 9–30 *dans* Dunbar, M.J. (réd.). Marine Production Mechanisms. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Grainger, E.H. 1982. Factors affecting phytoplankton stocks and primary productivity at the Belcher Islands, Hudson Bay. Nat. can. 109:787–791.

Hunter, J.G. 1968. Fishes and fisheries. Pages 360–378 *dans* Beals, C.S. (réd.). Science, History and Hudson Bay. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Huntsman, A.G. 1954. Production of life in Hudson Bay. Pages 25–29 *dans* Oceanogr. sess. Trans. R. Soc. Can. 48.

Larnder, M.M. 1968. The water and ice of Hudson Bay. Part II. The Ice. Pages 318–341 *dans* Beals, C.S. (réd.). Science, History and Hudson Bay. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Lloyd, C.S. 1975. Timing and frequency of census counts on cliff-nesting auks. Br. Birds 68:507–513.

Lowry, L.F.; Burns, J.J. 1980. Foods utilized by Bowhead Whales near Barter Island, Alaska, autumn 1979. Mar. Fish. Rev. Sept.–Oct.:88–91.

Lowry, L.F.; Frost, K.J.; Burns, J.J. 1980. Variability in the diet of Ringed Seals, *Phoca hispida*, in Alaska. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:2254–2261.

Mansfield, A.W. 1968. Seals and walruses. Pages 378–387 *dans* Beals, C.S. (réd.). Science, History and Hudson Bay. Vol. 1. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Markham, C.R. 1881. The Voyages of William Baffin. Hakluyt Soc. London.

Maxwell, J.B. 1981. Climatic regions of the Canadian arctic islands. Arctic 34:225–240.

McLaren, I.A. 1958. The biology of the Ringed Seal (*Phoca hispida* Schreber) in the eastern Canadian arctic. Bull. Fish. Res. Board Can. 118. 97 pp.

McLaren, P. 1982. Spring migration and habitat use by seabirds in Eastern Lancaster Sound and Western Baffin Bay. Arctic 35:80–111.

Mitchell, E.D.; Reeves, R.R. 1982. Factors affecting abundance of Bowhead Whales *Balaena mysticetus* in the eastern arctic of North America, 1915–1980. Biol. Conserv. 22:59–78.

Morgan, K.R.; Paganelli, C.V.; Rahn, H. 1978. Egg weight loss and nest humidity during incubation in two Alaska gulls. Condor 80:272–275.

Neatby, L.H. 1968. History of Hudson Bay. Pages 69–125 *dans* Beals, C.S. (réd.). Science, History and Hudson Bay. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Nettleship, D.N.; Gaston, A.J. 1978. Patterns of pelagic distribution of seabirds in western Lancaster Sound and Barrow Strait, Northwest Territories, in August and September 1976. Serv. can. de la faune, Publication hors série nº 39. 40 pp.

Newton, I. 1979. Population ecology of raptors. T. and A.D. Poyser, Berkhamstead, Royaume-Uni. 399 pp.

Petersen, A. 1981. Breeding biology and feeding ecology of Black Guillemots. Thèse de doctorat, université d'Oxford.

Porsild, A.E.; Cody, W.I. 1980. Vascular plants of continental Northwest Territories, Canada. Musées nationaux du Canada, Ottawa. 667 pp.

Preston, W.C. 1968. Breeding ecology and social behaviour of the Black Guillemot, *Cepphus grylle*. Thèse de doctorat, univ. du Michigan. 138 pp.

Prickett, A. 1611. Description of Digges Island. Pages 98–135 *dans* Asher, G.M. (réd.). Henry Hudson the Navigator. The Hakluyt Society, London, 1860.

Ronald K.; Dougan, K.L. 1982. The ice lover: biology of the Harp Seal (*Phoca groenlandica*). Science 215:928–933.

Salomonsen, F. 1972. Zoogeographical and ecological problems in arctic birds. Proc. Int. Ornithol. Congr. 15:25–77.

Smith, N.G. 1966. Evolution of some arctic gulls (*Larus*): an experimental study of isolating mechanisms. Am. Ornithol. Union, Monogr. No. 4. 99 pp.

Smith, T.G. 1980. Polar bear predation on ringed and bearded seals in the land-fast sea ice habitat. Can. J. Zool. 58:2201–2209.

Smith, T.G. 1981. Notes on the Bearded Seal, *Erignatnus barbatus*, in the Canadian arctic. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1042. 49 pp.

Spaans, A.L. 1971. On the feeding ecology of the Herring Gull Larus argentatus Pont. in the northern part of the Netherlands. Ardea 59:73–81.

Stirling, I.; Archibald, W.R. 1977. Aspects of polar bear predation. J. Fish. Res. Board Can. 34:1126–1129.

Sutton, G.M. 1932. The exploration of Southampton Island, Hudson Bay. Part II, Section 2, The Birds of Southampton Island. Mem. Carnegie Mus. No 12:275 pp.

Taylor, W.E., Jr. 1960. Archaeological work, Ivujivik and Mansel Island, 1959. Arct. Circle 13:1–4.

Taylor, W.E., Jr. 1962. Pre-dorset occupations at Ivugivik in northwest Ungava. Arct. Inst. of N. Am., Tech. Pap. No. 11:80–91.

Taylor, W.E., Jr. 1968 Eskimos of the north and east shores. Pages 1–26 *dans* Beals, C.S. (réd.). Science, History and Hudson Bay. Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.

Todd, W.E.C. 1963. The birds of the Labrador Peninsula and adjacent areas. Toronto Univ. Press, Toronto.

Tuck, L.M. 1955. The murre colonies of Digges Sound, Hudson Strait. Serv. can. de la faune, rapport manuscrit, 16 pp. + 14 gravures.

Tuck, L.M. 1961. Les marmettes. Serv. can. de la faune, Monogr. nº 1. 260 pp.

Watson, L. 1981. Sea guide to whales of the world. Neilson, Scarborough, Ont. 302 pp.

Whittaker, R.H. 1970. Communities and ecosystems. MacMillan, NY. 162 pp.

Winn, H.E. 1950. The Black Guillemots of Kent Island, Bay of Fundy. Auk 67:477–485.

Wyatt, T. 1976. Food chains in the sea. Pages 341–358 *dans* Walsh, J.J., (réd.) The ecology of the seas. Blackwells, Oxford.

Annexes

Annexe 1
Statut et nom scientifique des oiseaux et des mammifères observés dans le détroit de Digges, avec des notes sur les espèces non traitées dans le texte

Oiseaux

Huart à collier (*Gavia immer*)

Peu répandu. Les lacs intérieurs constituent peut-être une aire de reproduction de cette espèce. Des adultes en plumage nuptial ont été observés sur un lac au sud du havre Nuvuk, le 15 août 1980 (4), et sur les îles Nuvuk, le 31 juillet 1982 (1). Des carcasses d'oiseaux adultes abattus par des Inuit ont été retrouvées à Ivujivik, le 19 juillet 1980, et à Sugluk, le 4 août 1980.

Huart à bec jaune (*Gavia adamsii*)

Un adulte en plumage nuptial a été observé en vol dans les environs de l'île de Digges est, le 9 août 1982 (le bec jaune était nettement discernable). Cette espèce fréquente sans doute la péninsule Melville, qui est la zone de son aire de reproduction la plus rapprochée du détroit de Digges (Godfrey, 1979).

Huart arctique (*Gavia arctica*)

Oiseau reproducteur peu fréquent sur l'île de Digges ouest et l'île Nuvuk et peut-être sur le continent. Des oiseaux adultes accompagnés d'oisillons ont été observés dans un étang des îles Nuvuk en août 1981 et 1982, et un jeune oiseau, d'environ la moitié de la taille des adultes, a été observé le 25 août 1982. En juillet et août 1982, six oiseaux au plus ont été observés dans les îles Nuvuk. Trois adultes ont été repérés sur un lac près du havre Digges de l'île de Digges ouest, le 14 juillet 1982. Les observations faites sur l'île de Digges étaient peu nombreuses.

Huart à gorge rousse (*Gavia stellata*)

Reproducteur peu fréquent sur les petits lacs et étangs des îles de Digges et peut-être sur le continent. La parade d'un couple d'oiseaux a été observée sur l'île de Digges est le 13 juin 1982; ces deux mêmes oiseaux occupaient un étang le 17 juin et, dès le 26 juillet, deux oisillons les accompagnaient. Le 28 août 1982, un adulte et un juvénile de deux à trois semaines ont été observés dans un étang de Port-de-Laperrière sur l'île de Digges ouest. Cette espèce est relativement commune dans les environs du havre Nuvuk où trois à quatre oiseaux ont été comptés quotidiennement en juillet et août 1982.

Fulmar boréal (*Fulmarus glacialis*)

Visiteur rare. En 1981, un oiseau en phase de coloration claire a été observé les 17 et 20 août, alors qu'il volait en piqué près des falaises des marmettes de l'île de Digges est, comme s'il explorait les lieux. Des oiseaux en phase de coloration claire ont aussi été repérés dans le havre Digges pendant cinq jours en août et septembre 1982.

Bernache du Canada (*Branta canadensis*)

Oie à tête barrée (*Anser indicus*)

Un oiseau a été abattu par les chasseurs inuit sur l'île de Digges ouest en juillet 1981 et a été examiné par les membres du camp. Il muait, ne semblait pas pouvoir voler et se trouvait dans une grande bande de Bernaches du Canada également en période de mue lorsqu'il a été tué. Cet oiseau originaire du Tibet et de la Chine occidentale s'était sans doute échappé d'un lieu de captivité en Amérique du Nord.

Oie blanche (*Chen caerulescens*)

Cet oiseau a été observé au cours de la migration en juin et à la fin août. En 1982, de grands nombres de cette espèce ont été observés du 12 au 18 juin, et les premiers migrateurs d'automne ont été relevés le 27 août. En 1982, 64 % des migrateurs printaniers étaient en phase de coloration bleue.

Canard noir (*Anas rubripes*)

Une volée de 105 oiseaux a été observée à Port-de-Laperrière sur l'île de Digges ouest, le 28 août 1982. Cette espèce a été recueillie au cap Dorset, île de Baffin, et Todd (1963) mentionne des observations de Canards noirs sur la côte est de la baie d'Hudson jusqu'à Povungnituk dans le nord.

Canard pilet (*Anas acuta*)

Quelques Canards pilets ont été observés en juillet 1980 et juin et juillet 1982, mail il n'y avait aucun signe de reproduction.

Canard kakawi (*Clangula hyemalis*)

Cette espèce a été observée fréquemment à Port-de-Laperrière, île de Digges ouest, où une femelle avait apparemment un nid le 17 juillet 1980. Ces oiseaux fréquentaient habituellement en petit nombre les havres Ivujivik et Nuvuk en été. Le nombre maximum enregistré a été de 50 oiseaux le 26 juin 1981 près des îles Nuvuk.

Canard arlequin (*Histrionicus histrionicus*)

Un mâle a été repéré près de l'île de Gingi, à 4 km au sud des îles Nuvuk, le 28 juin 1982.

Eider à duvet(*Somateria mollissima*)

Eider remarquable (*Somateria spectabilis*)

Bec-scie à poitrine rousse (*Mergus serrator*)

Deux nids de Becs-scie à poitrine rousse ont été trouvés pendant que nous explorions les îles où se trouvent les aires de reproduction du Guillemot noir. L'un deux, à Pitsulak City, près des îles Nuvuk, comptait trois oeufs le 24 juillet 1981. Des oiseaux ont été observés isolément dans la région du havre Nuvuk.

Buse pattue (*Buteo lagopus*)

Aigle doré (*Aquila chrysaëtos*)

Trois observations de juvéniles, probablement le même oiseau, ont été faites sur l'île de Digges est, les 19 et 29 juin et le 26 août 1982. Cette espèce a également été observée à Sugluk, à 150 km à l'ouest du détroit de Digges (Todd, 1963).

Gerfaut (*Falco rusticolus*)

Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*)

Faucon émerillon (*Falco columbarius*)

Un oiseau a été observé à Ivujivik, le 1er septembre 1980.

Lagopède des rochers (*Lagopus mutus*)

Relativement rare sur les îles de Digges. Un mâle tout blanc (21 juin 1981), deux oiseaux (29 juin 1981) et une femelle accompagnée d'un oisillon de la moitié de sa taille (10 août 1982) ont été observés. Des excréments de cette espèce ont été retrouvés sur l'île de Digges ouest et sur plusieurs îles du détroit de Digges. Cet oiseau est probablement plus fréquent sur le continent où, en août 1979, plusieurs d'entre eux ont été observés à l'intérieur des terres adjacentes aux falaises fréquentées par les oiseaux de mer.

Grue du Canada (*Grus canadensis*)

Un oiseau a été observé le 15 juin 1982 alors qu'il survolait l'île de Digges en direction nord.

Râle de Caroline (*Porzana carolina*)

Un oiseau tué par un enfant à Ivujivik nous a été remis le 3 juillet 1980.

Pluvier à collier (*Charadrius semipalmatus*)

Le 18 juillet 1980, un nid contenant quatre oeufs fêlés a été trouvé à Sugluk. Le 17 juillet 1980, deux couples de Pluviers à collier de l'île de Digges ouest se comportaient comme si des nids se trouvaient à proximité, comme c'était également le cas d'un oiseau observé sur l'île de Digges est, le 6 juillet 1981. Un autre oiseau ayant le même comportement a été vu le 20 juillet 1982 sur l'île de Digges est. Des observations fréquentes ont été faites sur les îles Nuvuk où un couple accompagné de deux oisillons a été aperçu en juillet 1981.

Pluvier doré d'Amérique (*Pluvialis dominica*)

Observé le 21 août 1979 à l'anse Akpa. Un oiseau a fréquenté l'île de Digges est du 6 au 14 août 1982.

Tournepierre roux (*Arenaria interpres*)

De petits nombres ont été observés en août au cours de la migration, mais il n'y avait aucun signe de nidification.

Annexe 1 (*suite*)
Statut et nom scientifique des oiseaux et des mammifères observés dans le détroit de Digges, avec des notes sur les espèes non traiteé dans le textc

Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*)
La présence de deux oiseaux a été relevée sur les îles Nuvuk, le 16 juillet 1981.

Bécasseau violet (*Calidris maritima*)
Un adulte accompagné de deux oisillons a été observé sur une île au sud de l'île de Digges ouest, le 18 juillet 1980. De petits nombres de cette espèce ont fréquemment été aperçus sur des îlots situés entre les îles de Digges et le continent.

Bécasseau à croupion blanc (*Calidris fuscicollis*)
Cet oiseau migrateur est fréquent en août; un maximum de 100 oiseaux a été relevé à Port-de-Laperrière le 28 août 1982.

Bécasseau semipalmé (*Calidris pusilla*)
Un nid a été trouvé le 18 juillet 1980 à Port-de-Laperrière sur l'île de Digges ouest. Cette espèce a fréquenté en petit nombre la région du havre Nuvuk pendant tout l'été. Un maximum de 50 oiseaux a été relevé près des îles Nuvuk le 30 août 1982.

Phalarope roux (*Phalaropus fulicaria*)
La majorité des oiseaux de cette espèce ont été observés dans le détroit de Digges pendant la migration de juin (par centaines les 12 et 13 juin 1982); pratiquement aucun oiseau n'a été aperçu en juillet et seules quelques observations d'oiseaux en plumage d'hiver ont été faites en août.

Labbe pomarin (*Stercorarius pomarinus*)
Des oiseaux isolés ont été observés dans le détroit de Digges le 29 août 1980, les 23 et 24 juin, le 4 juillet et le 15 août 1982.

Labbe parasite (*Stercorarius parasiticus*)

Labbe à longue queue (*Stercorarius longicaudus*)
Cette espèce a été observée en mer en assez grand nombre pendant toutes les années d'étude. Ces labbes semblaient plus fréquents en août 1982: 22 ont été observés à partir de Pitsulak City (île Nuvuk ouest) le 1er août 1982, alors qu'il y avait de grands vents côtiers. D'après les Inuit, cette espèce niche à certains endroits de la toundra continentale.

Goéland bourgmestre (*Larus hyperboreus*)

Goéland arctique–de Kumlien (*Larus glaucoides kumlieni*)

Goélands arctique–de Thayer (*Larus glaucoides thayeri*)
Plusieurs Goélands phénotypes de Thayer recouverts d'un plumage adulte d'été fréquentaient les falaises des marmettes de l'île de Digges est en 1980 et 1982. D'après une observation du 26 juillet 1980, l'un d'entre eux partageait un nid avec un Goéland de Kumlien adulte sur l'île de Digges est. En été, un oiseau au plumage de premier été a été observé le 14 juillet 1982 au cap Digges de l'île de Digges est.

Goélands à manteau noir (*Larus marinus*)
Un oiseau au plumage de premier été a été observé à Port-de-Laperrière sur l'île de Digges ouest, le 28 août 1982.

Goéland brun (*Larus fuscus*)
Deux observations d'un oiseau aborant son plumage de premier été (il s'agissait peut-être du même oiseau dans les deux cas) ont été faites le 26 juin et le 22 août 1982 sur l'île de Digges est.

Goéland argenté (*Larus argentatus*)

Mouette de Sabine (*Xema sabini*)
Les seules observations ont été faites en 1982; quatre oiseaux adultes volaient près de Pitsulak City (au large des îles Nuvuk) le 14 juin et un oiseaux juvénile a fait un court envol sur la même île le 29 août.

Sterne arctique (*Sterna paradisaea*)

Gode (*Alca torda*)

Marmette de Brünnich (*Uria lomvia*)

Mergule nain (*Alle alle*)
Deux observations d'oiseaux en plumage d'été ont été faites dans le détroit de Digges, le 18 juillet 1981 et le 14 juillet 1982.

Guillemot noir (*Cepphus grylle*)

Macareux moine (*Fratercula arctica*)

Harfang des neiges (*Nyctea scandiaca*)
Une observation le 12 juin 1982, près de Pitsulak City.

Martinet noir d'Amérique (*Cypseloides niger*)
Un oiseau a été observé pendant 30 min et photographié sur l'île de Digges est le 9 août 1980. Cette observation d'un Martinet noir est exceptionnelle puisque cette espèce n'a jamais été vue dans le nord-est de l'Amérique du Nord, à l'exception d'une observation dans l'État de l'Illinois.

Martinet ramoneur (*Chaetura pelagica*)
Un oiseau observé les 24 et 25 août 1980.

Tyran tritri (*Tyrannus tyrannus*)
Un oiseau en plumage immature (gorge noirâtre) a été observé dans des marécages de l'île de Digges est le 29 juin 1982.

Alouette cornue (*Eremophila alpestris*)
Bien que les Alouettes cornues aient été beaucoup moins nombreuses que les deux autres espèces de passereaux communs, soit le Bruant des neiges et le Pipit commun, nous avons relevé des signes de reproduction en plusieurs localités. Des adultes accompagnés d'oisillons ont été observés à Sugluk le 1er août 1980 et sur l'île de Digges est le 10 août 1982. Un nid comportant quatre très jeunes oisillons a été trouvé à Port-de-Laperrière sur l'île de Digges ouest, le 11 juillet 1980. Cette espèce fréquente généralement les régions de toundra très sèche.

Hirondelle bicolore (*Tachycineta bicolor*)
Un oiseau adulte a été observé sur l'île de Digges est le 18 juillet 1981.

Hirondelle des granges (*Hirundo rustica*)
Un oiseau de cette espèce se trouvait sur l'île de Digges est le 19 juillet 1980 et un autre du 18 au 27 juillet 1981. En 1982, des oiseaux isolés ont été observés sur l'île de Digges est le 22 juin et à Ivujivik le 4 août.

Grand Corbeau (*Corvus corax*)

Traquet motteux (*Oenanthe oenanthe*)
Un couple accompagné d'oisillons a été observé le 1er août 1981 dans une vallée au sud-est d'Ivujivik. Un oiseau isolé a été observé sur l'île de Digges est le 27 juin 1981.

Pipit commun (*Anthus spinoletta*)

Fauvette à croupion jaune–de Myrtle (*Dendroica coronata*)
Une femelle adulte a été observée les 22 et 23 juin 1982 au-dessus des falaises de marmettes de l'île de Digges est.

Sizerin flammé (*Carduelis flammea*)
Observé à Sugluk le 1er août 1980 et sur l'île de Digges est les 16 et 21 juin 1982.

Chardonneret des pins (*Carduelis pinus*)
Un oiseau a été observé sur l'île de Digges est le 30 août 1980.

Pinson des prés (*Passerculus sandwichensis*)
Même s'il était évident que des oiseaux de cette espèce s'étaient reproduits à Sugluk, où des adultes accompagnés d'oisillons ont été observés le 1er août 1980, les Pinsons des prés semblent être des visiteurs non reproducteurs dans la région du détroit de Digges. Deux oiseaux isolés ont été observés sur l'île de Digges est les 23 et 24 août 1982.

Junco ardoisé (*Junco hyemalis*)
Comme dans le cas du Pinson à couronne blanche, la majorité des oiseaux observés se trouvaient sur l'île de Digges est où plusieurs mâles chanteurs étaient présents en juin et juillet 1980, 1981 et 1982. Aucun signe de reproduction n'a été relevé.

Pinson à couronne blanche (*Zonotrichia leucophrys*)
Sur l'île de Digges est, la majorité des oiseaux observés étaient des mâles chanteurs. En 1982, trois ou quatre mâles ont chanté pendant juin et juillet sur la toundra rocheuse de l'île de Digges est. Plusieurs oiseaux isolés en plumage juvénile sont apparus du 16 au 25 août. Il n'a pas été possible de confirmer s'il s'agissait d'une aire de reproduction, étant donné qu'aucun nid ou aucun adulte nourrissant des oisillons n'ont été retrouvés, mais la présence de juvéniles laisse supposer qu'il y a une aire de reproduction dans les environs. Un mâle chanteur a été observé à Sugluk le 4 août 1980.

Bruant lapon (*Calcarius lapponicus*)
Un nid de cette espèce contenant quatre oeufs a été trouvé à Sugluk le 1er juillet 1980 et un autre au havre Ice le 4 juillet 1980. Bien que cet oiseau soit fréquent au début de juin et à la fin d'août sur l'île de Digges est, il ne nidifie pas ou ne passe pas l'été sur l'île.

Bruant des neiges (*Plectrophenax nivalis*)

Mammifères

Lièvre arctique (*Lepus arcticus*)
Lemming d'Ungava (*Dicrostonyx hudsonius*)
Renard arctique (*Alopex lagopus*)
Renard roux (*Vulpes vulpes*)
Ours blanc (*Ursus maritimus*)

Hermine (*Mustela erminea*)
Plusieurs observations ont été faites en 1983 alors que nous pensions que la prédation par les hermines était à l'origine de l'abandon d'un certain nombre de nids de Guillemots noirs (Cairns, en préparation).

Morse (*Odobenus rosmarus*)
Aucun morse n'a été relevé dans le détroit de Digges, mais plusieurs centaines d'entre eux ont été observés au large de la côte ouest de l'île de Nottingham pendant les relevés aériens de septembre 1980.

Phoque annelé (*Phoca hispida*)
Phoque du Groenland (*Phoca groenlandica*)
Phoque barbu (*Erignathus barbatus*)
Caribou (*Rangifer tarandus*)
Béluga (*Delphinapterus leucas*)
Narval (*Monodon monoceros*)
Baleine boréale (*Balaena mysticetus*)

Annexe 2
Plantes vasculaires recueillies dans la région du détroit de Digges, de 1980 à 1982. Toutes les plantes ont été identifiées par J.M. Gillette des Musées nationaux, sauf les espèces suivies d'un astérisque, qui ont été identifiées par D.E. Swales, du collège MacDonald à Montréal

Polypodiacées
Cystopteris fragilis
*Woodsia glabella**

Équisétacées
Equisetum arvense

Lycopodiacées
Lycopodium selago

Graminées
*Agropyron latiglume**
Alopecurus alpinus
Arctagrostis latifolia
Calamagrostis canadensis
Dupontia fischeri
Elymus arenarius
Hierochlöe alpina
H. odorata
Poa alpina
P. arctica
Trisetum spicatum

Cypéracées
*Carex Bigelowii**
C. membranacea
C. misandra
C. norvegica
C. Saxatilis
C. scirpoidea
C. stans
Eriophorum augustifolium
*E. callitrix**
*E. scheuchzeri**

Joncacée
Juncus castaneus
Luzula confusa
*L. nivalis**
L. Wahlenbergii
L. spadicea

Salicacées
Salix arctica
S. arctophila
S. cordifolia
S. herbacea
S. reticulata

Polygonacées
Oxyria digyna
Polygonum viviparum

Caryophyllacées
Cerastium alpinum
C. cerastioides
Melandrium affine
M. apetalum
Minuartia biflora
M. rubella
Silene acaulis
S. uralensis
S. involucrata
Stellaria humifusa (île de Dôme)
S. longipes

Renonculacées
*Anemone parviflora**
*Ranunculus lapponicus**
R. nivalis
R. pedatifidus
R. pygmaeus
R. sulphureus

Papavéracées
Papaver radicatum

Crucifères
Arabis alpina
Cardamine pratensis
Cochlearia officinalis
Draba alpina
D. cinera (relevé uniquement dans le nord de la péninsule d'Ungava)
D. glabella
D. lactea
D. nivalis
D. oblongata (relevé uniquement au Québec)
Eutrema edwardsii

Saxifragacées
Chrysosplenium tetrandrum
Saxifraga aizoides
S. caespitosa
S. cernua
S. foliolosa
S. Hirculus
S. nivalis
S. oppositifolia
S. rivularis
S. tenuis
S. tricuspidata

Rosacées
Dryas integrifolia
Potentilla hyparctica
P. palustris (havre Nuvuk)
Rubus chamaemorus

Légumineuses
Astragalus alpinus
Oxytropis Maydelliana

Empétracées
Empetrum nigrum

Onagracées
Epilobiam angustifolium (havre Nuvuk)
E. latifolium

Haloragacées
Hippuris vulgaris

Pyrolacées
Pyrola grandiflora

Ericacées
Arctostaphylos alpina
Cassiope tetragona (Ivujivik)
Ledum decumbens
Vaccinium uliginosum
V. Vitis-idaea

Plombaginacées
Armeria maritima

Boraginacées
Mertensia maritima (îles Nuvuk)

Scrophulariacées
Euphrasia arctica
Pedicularis capitata (relevé uniquement au Québec)
P. flammea
P. hirsuta
P. lanata
*P. lapponica**

Campanulacées
Campanula uniflora

Composées
Antennaria angustata
A. canescens
Arnica alpina
*Chrysanthemum arcticum** (îles Nuvuk)
Erigeron humilis
Matricaria ambigua (île de Digges ouest, îles Nuvuk)
Taraxacum lacerum
T. lapponicum

109 espèces

Annexe 3

Facteurs de conversion (rapports *K*) utilisés pour convertir le nombre de Goélands présents dans leur colonie de reproduction en nombre de couples reproducteurs. Les dénombrements ont été effectués dans la colonie S2 sur l'île de Digges entre 11:00 et 17:00 (HNE) pendant 27 jours, entre le 27 juin et le 31 août 1982. Il semble que 21 couples de Goélands bourgmestres ont pondu des œufs dans la colonie, et trois autres endroits ont été fréquentés par des couples qui, selon toute apparence, n'ont pas essayé de pondre des œufs. Pour calculer les facteurs de conversion, nous avons groupé les dénombrements quotidiens par périodes de deux semaines

Date	Nombres moyens	ET	*N* (dénombrements)	Limite de confiance à 95 %	*K* (couples/dénombrement)	Limite de confiance à 95 %
27–30 juin	30,25	3,30	4	21,06–39,43	0,69	0,53–1,00
1–15 juillet	30,75	4,74	8	19,79–41,71	0,68	0,50–1,06
16–31 juillet	28,50	3,87	4	17,73–39,27	0,74	0,53–1,18
1–15 août	26,20	3,70	5	16,69–35,71	0,80	0,59–1,26
16–31 août	18,33	3,72	6	9,21–27,45	1,15	0,76–2,28

Annexe 4

Comparaison des dénombrements photographiques et terrestres des marmettes de l'île de Digges est. *K* est le pourcentage de couples reproducteurs par rapport aux oiseaux présents. *A* et *B* représentent le nombre de couples reproducteurs calculé à partir des photographies et des relevés terrestres respectivement

Parcelle	Dénombrement photographique	Date	*K*	Est. (*A*)	Dénombrement terrestre	Date	*K*	Est. (*B*)	*B*:*A*
R	114	3 juillet 1982	0,68	78	162*	—	0,68	110*	1,41
R	68	30 juillet 1980	0,72	49	153*	—	0,72	110*	2,25
S1	86	3 juillet 1982	0,68	58	147*	—	0,68	100*	1,71
S1	44	30 juillet 1980	0,72	32	139*	—	0,72	100*	3,16
F1	32	30 juillet 1980	0,72	23	164	30 juillet 1980*	0,72	118	5,13‡
DC 1–3	343	30 juillet 1980	0,72	247	723	15 juillet 1982	0,84	607	2,46
BC 1	23	30 juillet 1980	0,72	17	315	12 juillet 1982	0,68	214	12,6 ‡
BC 4	20	30 juillet 1980	0,72	14	93	17 juillet 1982	0,87	81	5,78‡
B	41	30 juillet 1980	0,72	30	111	30 juillet 1980†	0,72	80	2,67
D	22	30 juillet 1980	0,72	16	84	30 juillet 1980†	0,72	60	3,75
E	93	30 juillet 1980	0,72	67	157	30 juillet 1980†	0,72	113	1,69
G	56	30 juillet 1980	0,72	40	95	30 juillet 1980†	0,72	68	1,71
H	38	30 juillet 1980	0,72	27	127	30 juillet 1980†	0,72	91	3,37
A1, A2	77	30 juillet 1980	0,72	55	224	30 juillet 1980†	0,72	161	2,93
HC 1–3 DC 4,7,8	208	30 juillet 1980	0,72	150	632	19 juillet 1982	0,62	392	2,61
DC 10	308	30 juillet 1980	0,72	274	930	16 juillet 1982	0,73	678	2,48
	72	30 juillet 1980	0,72	52	138	19 juillet 1982	0,62	86	1,65

*Nombre de couples reproducteurs calculé à partir des dénombrements d'oeufs; dénombrement terrestre établi à partir du rapport *K*.

†Dénombrements simultanés.

‡Exclu de la comparaison parce que la parcelle était faiblement éclairée ou floue sur la photographie.

Annexe 5

Variations entre les dénombrements horaires, facteurs de conversion (rapport *K*) utilisés pour évaluer les populations reproductrices et erreurs en pourcentage des évaluations de populations de Guillemots noirs à Pitsulak City. Données fondées sur tous les dénombrements (à terre et sur l'eau) effectués à l'anse F entre le 25 juin et le 22 août 1982; ceux effectués dans l'obscurité et lorsque l'anse était couverte de glace ne sont pas inclus

Heure	Oiseaux présents					Rapport	Erreur estimative (%)§			
	$\bar{x}$	ET	CV	n_c* d	n_d†	*K*‡	$N_d = 1$	$N_d = 2$	$N_d = 5$	$N_d = 10$
24:00–02:00	101,2	70,1	0,69	6	2	0,87	298	211	133	94
03:00–05:00	88,2	62,2	0,70	9	4	1,00	196	138	88	62
06:00–08:00	103,7	40,1	0,39	19	7	0,85	91	65	41	29
09:00–11:00	75,1	54,3	0,72	17	9	1,17	161	114	72	51
12:00–14:00	20,8	26,3	1,27	17	7	4,23	299	211	134	95
15:00–17:00	13,4	11,2	0,84	19	8	6,57	193	136	86	61
18:00–20:00	57,9	39,7	0,69	20	10	1,52	153	108	68	48
21:00–23:00	103,0	43,4	0,42	15	8	0,85	97	69	43	31

*n_c = nombre de dénombrements.

†n_d = nombre de journées pendant lesquelles des dénombrements ont été faits.

‡*K* = nombre de couples reproducteurs divisé par la moyenne des dénombrements d'après une population de 88 couples reproducteurs.

§Erreur estimative (limites de confiance à 95 %) = $[(ET/N_d) / \bar{x}] \times t_{0,05(n_d)}$, où

N_d = nombre de journées pendant lesquelles des dénombrements seront effectués (d'après Lloyd, 1975).

Annexe 6
Nombre de Goélands bourgmestres (*Larus hyperboreus*) et de Goélands arctiques (*L. glaucoides*) dans la colonie de marmettes de l'île de Digges ou à proximité de celle-ci, en 1982. Deux dénombrements ont été faits à chacune des dates indiquées, à 14:00 et à 14:30 (HNE)

	Point d'observation*				Zones de repos		
Date	D	V	W	U	Lac Long	Lac Delta	Total
19 juin	14,11	33,31	17,20	23,29	0,0	4,0	91,91
2 juillet	18,18	37,34	23,26	57,47	41,36	1,0	175,171
12 juillet	16,27	39,35	27,27	38,50	56,38	15,14	191,191
23 juillet	16,17	38,40	28,37	31,40	58,30	0,0	161,164
2 août	26,28	37,36	26,28	56,54	13,17	1,0	159,163
10 août	8,8	27,32	36,36	41,46	55,42	1,0	158,164
23 août	14,18	21,26	41,45	18	78,43	0,0	172,150

*Les stations d'observation apparaissent à la figure 7.

Annexe 7
Dimensions des oeufs mesurés dans le détroit de Digges

	Longueur, mm		Largeur, mm		
Espèce	$\bar{x}$	ET	$\bar{x}$	ET	*N*
Goéland bourgmestre	75,47	2,28	52,21	1,60	39
Goéland arctique	67,27	2,58	47,88	1,77	103
Guillemot noir	58,45	2,01	39,63	1,11	229

Annexe 8
Rythme d'alimentation des couvées et des oisillons de Goélands bourgmestres à la colonie S2, île de Digges est, en 1982

Date	Durée (h) $(\Sigma t)^1$	Total des repas (F)	Durée × nombre de couvées $\Sigma(t \times N_b)^1$	Durée × nombre d'oisillons $\Sigma(t \times N_c)^1$	Ensoleillement, h (D)	Repas• couvée $^{-1}$•jour^{-1} $FD/\Sigma(tN_b)$	Repas• oisillon $^{-1}$•jour^{-1} $FD/\Sigma(tN_c)$
7–15 juillet	12,5	47	160,5	331	21	6,15	2,85
16–31 juillet	13,5	75	155,0	288,5	20	9,68	4,58
1–15 août	11,0	41	118,0	213	18	6,25	2,79
16–20 août	6,0	24	51,0	91	17	8,01	3,36

Annexe 9(*a*)
Données sur la croissance des jeunes Marmettes de Brünnich dans la parcelle R, île de Digges

Âge, en jours	1980			1981			1982		
	$\bar{x}$, g	ET	*N*	$\bar{x}$, g	ET	*N*	$\bar{x}$, g	ET	*N*
Poids (g) en fonction de l'âge									
1	74,77	5,93	13	71,50	7,33	4	68,50	0,71	2
2	79,74	8,70	42	74,87	7,49	39	79,53	9,11	55
3	86,00	9,87	14	87,73	10,44	11	92,56	9,92	32
4	92,13	13,51	46	94,37	11,43	16	103,00	2,83	2
5	99,12	19,80	17	98,85	16,91	27	100,97	15,28	39
6	106,72	16,78	46	107,92	16,53	12	120,00	12,08	41
7	113,80	16,33	15	111,59	14,05	22	121,33	15,76	6
8	118,74	16,80	46	115,20	19,60	25	121,93	25,28	31
9	124,27	20,88	22	127,33	22,01	6	144,67	15,01	39
10	127,65	18,25	46	123,25	16,68	32	132,20	13,77	10
11	137,90	22,06	10	127,20	10,59	15	128,80	21,89	20
12	136,70	20,18	46	138,60	15,41	10	154,53	16,24	36
13	139,60	28,95	15	129,30	20,84	27	149,72	13,96	18
14	143,13	23,48	46	131,54	14,09	13	136,50	30,45	8
15	139,81	19,01	16	149,22	22,16	9	163,45	18,37	20
16	146,52	25,59	42	136,97	23,13	29	155,90	19,95	31
17	157,80	28,05	10	137,87	15,59	8	163,85	17,72	20
18	152,15	24,02	39	145,92	15,84	13	167,50	26,67	4
19	159,12	28,46	16	150,05	17,79	20	152,04	20,46	27
20	154,45	22,51	29	144,06	14,55	16	172,00	20,42	30
21	152,12	16,98	8	144,75	8,28	12	152,60	10,78	5
22	154,89	27,43	19	142,91	12,27	11	158,26	18,73	19
23	163,33	25,95	6	148,73	14,76	15	167,85	17,22	13
24	140,50	11,09	4	145,21	17,06	15	163,50	2,12	2

Annexe 9(*b*)
Données sur la croissance des jeunes Marmettes de Brünnich dans la parcelle R, île de Digges

Âge, en jours	1980			1981			1982		
	$\bar{x}$, mm	ET	*N*	$\bar{x}$, mm	ET	*N*	$\bar{x}$, mm	ET	*N*
Longueur des ailes (mm) en fonction de l'âge									
1	25,81	1,11	16	24,75	0,96	4	24,50	0,71	2
2	26,45	1,00	33	26,20	0,86	39	25,27	1,22	55
3	28,33	1,37	18	27,64	1,03	11	28,18	0,92	33
4	28,86	1,21	22	29,25	1,24	16	28,50	0,71	2
5	30,79	1,55	19	29,71	1,67	28	28,69	1,49	39
6	32,07	3,10	27	30,09	2,21	11	31,36	1,53	39
7	33,24	2,31	17	31,96	1,77	23	32,17	1,83	6
8	35,43	4,55	14	32,87	2,59	24	32,32	2,69	31
9	38,00	4,72	22	36,17	5,95	6	35,82	2,81	40
10	39,31	4,29	13	36,03	3,79	31	36,50	4,53	10
11	42,30	5,25	10	36,27	4,68	15	37,38	4,53	21
12	46,21	7,26	14	41,90	3,11	10	43,47	4,33	36
13	51,40	4,90	15	42,54	4,93	26	43,22	5,26	18
14	53,17	5,91	12	43,77	6,04	13	47,25	8,21	8
15	53,56	6,21	16	50,89	4,46	9	50,84	4,30	19
16	58,00	6,18	15	50,28	5,54	29	51,31	6,04	32
17	62,64	5,28	11	49,75	9,32	8	58,20	3,85	20
18	63,45	6,17	11	55,46	4,41	13	57,25	5,31	4
19	66,87	6,75	16	58,95	7,47	21	58,11	7,19	27
20	69,33	5,41	9	61,00	3,78	15	65,87	4,99	30
21	65,50	5,53	8	60,83	4,61	12	62,20	5,93	5
22	72,30	6,45	10	62,00	6,53	11	63,10	5,80	19
23	77,83	5,56	6	68,87	4,39	16	69,92	4,01	13
24	68,00	7,00	3	68,93	4,87	14	69,00	2,83	2

Annexe 10
Comparaison de la croissance des jeunes Marmettes de Brünnich de l'île de Digges et de l'île du Prince-Léopold

	Île de Digges (parcelle R)									Île du Prince-Léopold (parcelle S)*								
	1980			1981			1982			1975			1976			1977		
	$\bar{x}$	ET	*N*	$\bar{x}$	ET	*N*	$\bar{x}$	ET	*N*	$\bar{x}$	ET	*N*	$\bar{x}$	ET	*N*	$\bar{x}$	ET	*N*
Poids au 2e jour (g)	78,9	8,3	38	75,4	7,6	43	79,5	8,9	57	72,1	5,7	17	75,3	7,6	27	70,8	9,0	25
Poids au 14e jour (g)	143,2	23,7	46	134,0	19,2	53	153,1	18,9	55	182,4	23,7	27	174,5	20,7	28	199,6	28,9	25
Longueur des ailes au 14e jour (mm)	52,6	5,5	46	45,1	5,0	53	47,3	5,2	75	55,1	6,0	27	52,9	4,8	28	56,1	5,7	22
Poids maximal (g)	156,9	23,0	44	148,4	16,3	53	161,8	23,7	75	195,7	16,9	27	209,0	21,8	28	215,8	26,3	25
Poids à l'envol (g)	161,8	24,5	44	152,6	19,6	53	167,9	22,2	75	199,1	20,6	27	211,6	18,8	28	221,5	28,0	25
Longueur des ailes à l'envol (mm)	69,8	10,0	44	68,0	8,3	53	64,3	8,5	75	70,8	7,9	24	73,9	5,7	22	71,6	7,1	19
Âge à l'envol (jours)	21,9	3,0	44	24,6	3,0	53	21,9	3,0	75	20,5	3,0	27	22,6	2,3	28	19,2	2,7	25

*Données tirées de Gaston et Nettleship (1983).

Annexe 11
Occupation des nids de Marmettes de Brünnich en fonction de la ponte et de la réussite de la reproduction entre la date médiane de la ponte et le moment du premier envol, en 1980 et 1981

	Pourcentage des jours pendant lesquels les nids ont été occupés					
	≤50	51–60	61–70	71–80	81–90	>90
1980						
Oeufs éclos					2	198
Oeufs perdus avant la date du premier envol	1	1	4	9	20	68
Aucun oeuf enregistré	33	9	14	15	13	6
Total	34	10	18	24	35	272
1981						
Oeufs éclos					17	274
Oeufs perdus avant la date de la première éclosion	4	3	10	12	31	56
Aucun oeuf enregistré	57	12	16	8	6	10
Total	61	15	26	20	54	340

Si l'on avait établi un taux d'occupation de 80 % comme critère pour supposer qu'il y a eu ponte, 19 endroits où aucun oeuf n'a été pondu auraient été inclus et 15 autres où des oeufs ont été pondus auraient été exclus en 1980 (taux d'erreur 34/393 = 8,7 %). Les valeurs correspondantes pour 1981 sont de 16 et de 29 (taux d'erreur 45/516 = 8,7 %).

Annexe 12
Calculs du poids humide total des aliments d'après les restes présents dans les estomacs des marmettes, en 1980 et en 1981

Organisme	Longueur moyenne (mm)	Poids moyen (g) A	Nombre (%) B	A × B	Proportion par poids (%)
1980					
Saida	120	10,60	1,5	15,9	22,1
Lançon	75	1,13	10,6	12,0	16,7
Capelan	100	4,00	1,2	4,8	6,7
Limaces	?	5,00	0,2	1,0	1,4
Unernak	180	13,00	1,1	14,3	19,9
Chaboisseaux	100	7,00	1,1	7,7	10,7
Autres	?	[1,00]*	5,2	5,2	7,2
Parathemisto	28	0,17	21,3	3,6	5,0
Mysidacés	25	0,07	53,6	3,7	5,1
Ischyrocerus	[20]	[0,10]	1,0	0,1	0,1
Calmar	[60]	3,00	0,9	2,7	3,7
Annélides	50	[0,50]	1,4	0,7	1,0
1981					
Saida	95	6,30	15,1	143,4	64,0
Lançon	?	[1,00]	11,1	11,1	5,0
Capelan	100	4,00	0,7	2,8	1,2
Limaces	?	[5,00]	5,5	27,5	12,3
Unernak	180	13,00	0,2	2,6	1,2
Chaboisseaux	100	7,00	2,9	20,3	9,1
Autres		[1,00]	3,6	3,6	1,6
Parathemisto	28	0,17	37,9	6,4	2,9
Mysidacés	25	0,07	14,9	1,0	0,5
Ischyrocerus	—	[0,10]	0,3	—	0
Calmar	—	[3,00]	0,7	2,1	0,9
Annélides	—	[0,50]	6,3	3,1	1,4

*Les valeurs entre crochets sont fondées sur l'observation d'autres organismes similaires de même taille ou sur des calculs approximatifs fondés sur des mesures qui débordent le cadre de notre matériel de référence.

Annexe 13
Méthode employée pour évaluer le nombre d'oeufs et d'oisillons de Marmettes de Brünnich sur l'île de Digges est, en 1982 , et calcul des évaluations

La méthode employée pour évaluer la période de ponte se fonde sur la densité des 425 oeufs pesés et mesurés entre le 24 juin et le 27 juillet; nous avons fait une régression de la densité des oeufs en fonction du temps écoulé depuis la ponte, laquelle a été dérivée antérieurement (Gaston *et al*, 1983*b*). D'après les observations de 1980 et 1981, les pertes d'oeufs ont été évaluées à 30 %, et nous avons présumé qu'elles se produisaient de façon aléatoire par rapport à la date de la ponte et la période écoulée depuis celle-ci, d'où un taux de 1,1 %/jour. Nous avons supposé que la période de couvaison était de 32 jours (Gaston et Nettleship, 1983).

Selon les observations de 1980 et de 1981, nous avons supposé que 16,7 % des oeufs de la première ponte qui ont été perdus ont été remplacés, et qu'il s'écoule 14 jours entre le moment de la perte et la deuxième ponte (Gaston et Nettleship, 1983). Le nombre total d'oeufs de la première ponte a été évalué en soustrayant le nombre estimatif d'oeufs de remplacement du nombre total d'oeufs pondus.

En nous fondant sur les données de 1980 et 1981, nous avons évalué à 6 % le taux de mortalité des oisillons avant le premier envol, et nous avons présumé qu'il y avait une relation aléatoire entre ce paramètre et l'âge de l'oisillon et la date de ponte. En moyenne, les oisillons étaient âgés de 21 jours au moment du premier envol et le taux de perte a donc été évalué à 0,5 %/jour. Le nombre d'envols en fonction de la date a été déterminé par observation directe.

Le nombre d'oeufs et d'oisillons présents à une date donnée (tableau 1) a été évalué par des calculs répétés :

$$E_{i+1} = 0{,}989\,(L_{i+1} + E_i)$$

où E_i représente le nombre d'oeufs présents le jour «i», L_{i+1} représente le nombre d'oeufs pondus le jour suivant et E_{i+1} représente le nombre d'oeufs présents le jour i + 1. Après le début de l'éclosion,

$$E_{i+1} = 0{,}989\,(E_i - H_{i+1})$$

où H_{i+1} représente le nombre d'oeufs éclos le jour suivant.

De même, $C_{i+1} = 0{,}995\,(H_{i+1} + C_i)$
et $C_{i+1} = 0{,}995\,(C_i - F_{i+1} + H_{i+1})$

où F_{i+1} représente le nombre d'oisillons effectuant leur premier envol le jour suivant.

Tableau 1
Oeufs et oisillons de Marmettes de Brünnich présents à l'île de Digges est en 1982. Le total des oeufs de la première ponte était de 387, et le total des oisillons, de 252

Période	Première ponte	Oeufs perdus	Deuxième ponte	Oeufs présents	Oeufs éclos	Oisillons envolés	Oisillons Total
20 juin	43	1,10		41,90			
21–22	33	1,95		72,95			
23–24	58	3,40		127,55			
25–26	70	5,15		192,40			
27–28	43	6,11		229,29			
29–30	32	6,78		254,51			
1–2 juillet	18	7,07		265,44			
3–4	6,90	7,10	1,10	267,44			
5–6	9,05	7,20	1,95	273,19			
7–8	9,60	7,36	3,40	282,23			
9–10	13,85	7,64	5,15	298,74			
11–12	18,89	7,77	6,11	315,97			
13–14	11,22	8,21	6,78	325,76			
15–16	10,93	8,47	7,07	335,29			
17–18	6,65	8,72	2,35	335,57			
19–20	3,00	8,72		329,85			
21–22		8,59		321,26			
23–24		8,35		284,96	27,95		27,81
25–26		7,20		256,31	21,45		49,01
27–28		6,66		211,95	37,70		86,28
29–30		5,01		161,44	45,50		131,12
31 juillet–1 août		4,20		129,29	27,95		158,27
2–3		3,36		105,13	20,80		178,18
4–5		2,73		90,70	11,70		188,93
6–7		2,36		83,14	5,20		193,16
8–9		2,16		73,83	7,15		199,31
10–11		1,92		63,46	8,45		206,72
12–13		1,65		49,46	12,35		217,97
14–15		1,29		36,47	11,70		227,49
16–17		0,95		23,82	11,70		236,92
18–19		0,62		17,35	5,85		240,40
20–21		0,45		14	3	59,98	181,06
22–23		0,36		11	3	33,77	148,44
24–25				8	3	12,35	137,61
26–27				5	3	15,37	123,86
28–29				2	3	50,65	74,97
30–31				0	2	15,37	60,85

Annexe 14
Calcul de la probabilité de la prédation par les corbeaux des oeufs de Marmettes de Brünnich d'après la date de ponte

Paramètres initiaux
1. Oeufs présents, évalués par période de deux jours (E, voir annexe 13)
2. Nombre d'heures d'observation (H) dans chaque station (tableau 1)
3. Nombre de couples reproducteurs (N) observés à partir de chaque station (tableau 1)
4. Nombre d'oeufs capturés (R) par des corbeaux (tableau 1)
5. Durée de la période d'activité (A) quotidienne des corbeaux (tableau 1)

Tableau 1
Observation de la prédation des oeufs de marmettes par les corbeaux. Les stations d'observation D, V et W apparaissent à la figure 7

	Heures d'observation (H) dans chaque station			Couples reproducteurs (N) observables de chaque station			Oeufs capturés	Période d'activité
Date	D	V	W	D	V	W	(R)	(A)
27–30 juin	9	6	6	12 000	29 120	16 480	33	16
1–10 juillet	6	6	6	12 000	29 120	16 480	28	16
11–20 juillet	12	12	12	12 000	29 120	16 480	23	16
21 juillet–4 août	9	12	9	12 000	29 120	16 480	20	15
5–19 août	9	9	12	12 000	29 120	16 480	8	14
20–29 août	6	6	6	12 000	29 120	16 480	5	13

La probabilité de capture d'un oeuf pendant toute période de deux jours (P_2) a alors été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$P_2 = \frac{774\,R.A}{E[(H_d N_d) + (H_v N_v) + (H_w N_w)]} \qquad [1]$$

Par conséquent, la probabilité de capture d'un oeuf pendant la période de couvaison normale de 32 jours (P_{32}) peut être évaluée en additionnant les valeurs de P_2 pendant la période en question, en commençant avec le jour de la ponte :

$$P_{32} = \sum_{i=1}^{16} P_2 \qquad [2]$$

Annexe 15
Nombre estimatif d'oeufs et d'oisillons de Marmettes de Brünnich ingérés par les oisillons des Goélands bourgmestres dans la parcelle S2

						Ingestion		Rythme d'alimentation (nid/h)†		Total des aliments ingérés‡	
Période	Jours (D)	Durée du jour (L)	Nids occupés (N)	Heures d'observation, h (T)	Intensité de l'observation ($W = \Sigma N t_i$)*	Oeufs (e)	Oisillons (c)	Oeufs (r_e)	Oisillons(r_c)	Oeufs(D_e)	Oisillons(D_c)
1–15 juillet	15	20	13	12,5	160,5	11	0	0,068	0	265	0
16–31 juillet	16	19	12	12,5	155,0	27	3	0,174	0,019	635	69
1–15 août	15	18	11	11,0	118,0	0	25	0	0,212	0	630
16–20 août	5	17	8	6,0	51,0	1	14	0,020	0,275	14	187

*t_i = moment de l'observation le jour i ($T = \Sigma t_i$).
†$r_e = e/W$; $r_c = c/W$.
‡$D_e = r_e DLN$; $Dc = r_c DLN$.

Autres publications dans la Série de rapports

Nº 1
Whooping Crane population dynamics on the nesting grounds, Wood Buffalo National Park, Northwest Territories, Canada, par N.S. Novakowski
Nº de cat. : R65-8/1. Prix : 0,50 $. Publ. en 1966.
Nº 2
Bionomics of the sandhill crane, par W.J.D. Stephen
Nº de cat. : R65-8/2. Prix : 0,75 $. Publ. en 1967.
Nº 3
The breeding biology of Ross' goose in the Perry River region, Northwest Territories, par J.F. Ryder
Nº de cat. : R65-8/3. Prix : 0,75 $. Publ. en 1967.
Nº 4
Behaviour and the regulation of numbers in blue grouse, par J.F. Bendell et P.W. Elliott
Nº de cat. : R65-8/4. Prix : 1 $. Publ. en 1967.
Nº 5
Denning habits of the polar bear (*Ursus maritimus* Phipps), par C.R. Harrington
Nº de cat. : R65-8/5. Prix : 0,50 $. Publ. en 1968.
Nº 6
Saskatoon wetlands seminar.
Nº de cat. : R65-8/6. Prix : 5,25 $. Publ. en 1969.
Nº 7
Histoire naturelle du Gode, *Alca torda* L., dans le golfe Saint-Laurent, province de Québec, Canada, par J. Bédard
Nº de cat. : R65-8/7. Prix : 1,25 $. Publ. en 1969.
Nº 8
The dynamics of Canadian arctic fox populations, par A.H. Macpherson
Nº de cat. : R65-8/8. Prix : 1 $. Publ. en 1969.
Nº 9
Population estimates and distribution of barren-ground caribou in Mackenzie District, N.W.T., Saskatchewan and Alberta — March to May, 1967, par D.C. Thomas
Nº de cat. : R65-8/9. Prix : 1 $. Publ. en 1969.
Nº 10
The mammals of Jasper National Park, Alberta, par J.D. Soper
Nº de cat. : R65-8/10. Prix : 2,50 $. Publ. en 1970.
Nº 11
Causes and implications of an observed sex differential in the survival of wapiti, par D.R. Flook
Nº de cat. : R65-8/11. Prix : 1,25 $. Publ. en 1970.
Nº 12
Breeding biology of California and ring-billed gulls: a study of ecological adaptations to the inland habitat, par K. Vermeer
Nº de cat. : R65-8/12. Prix : 1,25 $. Publ. en 1970.
Nº 13
Geographical variation in the polar bear (*Ursus maritimus* Phipps), par T.H. Manning
Nº de cat. : R65-8/13. Prix : 1 $. Publ. en 1971.
Nº 14
Studies of bird hazards to aircraft.
Nº de cat. : R65-8/14. Prix : 1,25 $. Publ. en 1971.
Nº 15
Moose and deer behaviour in snow in Fundy National Park, New Brunswick, par J.P. Kelsall et W. Prescott
Nº de cat. : R65-8/15. Prix : 1 $. Publ. en 1971.
Nº 16
Effects of phosphamidon on forest birds in New Brunswick, par C.D. Fowle
Nº de cat. : CW65-8/16. Prix : 1 $. Publ. en 1972.
Nº 17
Populations, movements and seasonal distribution of mergansers in northern Cape Breton Island, par A.J. Erskine
Nº de cat. : CW65-8/17. Prix : 1 $. Publ. en 1972.
Nº 18
Waterfowl habitat trends in the aspen parkland of Manitoba, par W.H. Kiel, Jr., A.S. Hawkins et N.G. Perret
Nº de cat. : CW65-8/18. Prix : 1,25 $. Publ. en 1972.
Nº 19
Vegetation of the Ngorongoro Conservation Area, Tanzania, par D.J. Herlocker et H.J. Dirschl
Nº de cat. : CW65-8/19. Prix : 1,25 $. Publ. en 1972.
Nº 20
Biology of the Kaminuriak Population of barren-ground caribou.
1re partie : Total numbers, mortality, recruitment, and seasonal distribution, par G.R. Parker
Nº de cat. : CW65-8/20. Prix : 1,50 $. Publ. en 1972.
Nº 21
Food habits and ecology of wolves on barren-ground caribou range in the Northwest Territories, par E. Kuyt
Nº de cat. : CW65-8/21. Prix : 1 $. Publ. en 1972.
Nº 22
Background for managing grizzly bears in the national parks of Canada, par K.R.D. Mundy et D.R. Flook
Nº de cat. : CW65-8/22. Prix : 1 $. Publ. en 1973.
Nº 23
The mammals of Waterton Lakes National Park, Alberta, par J.D. Soper
Nº de cat. : CW65-8/23. Prix : 1,25 $. Publ. en 1973.
Nº 24
Feeding ecology of Pintail, Gadwall, American Widgeon and Lesser Scaup ducklings in southern Alberta, par L.G. Sugden
Nº de cat. : CW65-8/24. Prix : 1,50 $. Publ. en 1973.
Nº 25
Home range and breeding biology of the Shoveler, par H.J. Poston
Nº de cat. : CW65-8/25. Prix : 1,50 $. Publ. en 1974.
Nº 26
Calf mortality during 1970 on the calving ground of the Kaminuriak caribou, par F.L. Miller et E. Broughton
Nº de cat. : CW65-8/26. Prix : 1 $. Publ. en 1974.
Nº 27
Bird damage to fruit crops in the Niagara Peninsula, par R.G. Brown
Nº de cat. : CW65-8/27. Prix : 1,50 $. Publ. en 1974.
Nº 28
Migration of Lesser Snow and Blue Geese in spring across southern Manitoba
1re partie : Distribution, chronology, directions, numbers, heights and speeds, par H. Blokpoel
Nº de cat. : CW65-8/28. Prix : 1 $. Publ. en 1974.
Nº 29
Étude du SCF sur les oiseaux aquatiques dans l'est du Canada, 1969–1973, rédigé par H. Boyd
Nº de cat. : CW65-8/29. Prix : 3 $. Publ. en 1974.
Nº 30
Landscape classification and plant successional trends in the Peace-Athabasca Delta, par H.J. Dirschl, D.L. Dabbs et G.C. Gentle
Nº de cat. : CW65-8/30. Prix : 3 $. Publ. en 1974.
Nº 31
Biology of the Kaminuriak Population of barren-ground caribou.
2e partie : Dentition as an indicator of age and sex: composition and socialization of the population, par F.L. Miller
Nº de cat. : CW65-8/31. Prix : 3 $. Publ. en 1974.
Nº 32
Migration of Lesser Snow and Blue Geese in spring across southern Manitoba.
2e partie : Influence of the weather and prediction of major flights, par H. Blokpoel et Maureen C. Gauthier
Nº de cat. : CW65-8/32. Prix : 1 $. Publ. en 1975.
Nº 33
An investigation of caribou range on Southampton Island, Northwest Territories, par G.R. Parker
Nº de cat. : CW65-8/33. Prix : 2,75 $. Publ. en 1975.
Nº 34
The northern interior grizzly bear *Ursus arctos* L., par A.M. Pearson
Nº de cat. : CW65-8/34. Prix : 4,50 $. Publ. en 1975.
Nº 35
The nesting population of Lesser Snow Geese in the eastern Canadian Arctic: a photographic inventory of June 1973, par R.H. Kerbes
Nº de cat. : CW65-8/35. Prix : 3,25 $. Publ. en 1975.
Nº 36
Biology of the Kaminuriak Population of barren-ground caribou.
3e partie : Taiga winter range relationships and diet, par D.R. Miller
Nº de cat. : CW65-8/36. Prix : 1,75 $. Publ. en 1976.
Nº 37
Wetland classification in western Canada: A guide to marshes and shallow open water wetlands in the grasslands and parklands of the Prairie Provinces, par J.B. Miller
Nº de cat. : CW65-8/37. Prix : 2 $. Publ. en 1976.
Nº 38
Biology of the Kaminuriak Population of barren-ground caribou.
4e partie : Growth, reproduction and energy reserves, par T.C. Dauphiné, Jr.
Nº de cat. : CW65-8/38. Prix : 3,25 $. Publ. en 1976.
Nº 39
Range ecology of Rocky Mountain bighorn sheep in Canadian national parks, par John G. Stelfox
Nº de cat. : CW65-8/39. Prix : 2,25 $. Publ. en 1977.
Nº 40
Distributions, movements and numbers of Peary caribou and muskoxen on western Queen Elizabeth Islands, Northwest Territories, 1972–74, par F.L. Miller, R.H. Russell, et A. Gunn
Nº de cat. : CW65-8/40 Prix : 4 $. Publ. en 1977.
Nº 41
Birds in Boreal Canada: Communities, densities and adaptations, par A.J. Erskine
Nº de cat. : CW65-8/41. Prix : 5 $. Publ. en 1977.

N° 42
The first ten years of the co-operative Breeding Bird Survey in Canada, par A.J. Erskine
N° de cat. : CW65-8/42. Prix : 3,75 $. Publ. en 1978.
N° 43
Les chasseurs d'oiseaux migrateurs considérés comme gibier et la chasse au Canada, rédigé par H. Boyd et G.H. Finney.
N° de cat. : CW65-8/43F. Prix : 7,50 $. Publ. en 1979.
N° 44
Les oiseaux nicheurs de Long Point (lac Erié). Une étude de la succession des communautés, par J.D. McCraken, M.S.W. Bradstreet et G.L. Holroyd.
N° de cat. : CW65-8/44F. Prix : 11,75 $. Publ. en 1982.
N° 45
Les loups au Canada et en Alaska, dirigé par L.N. Carbyn.
N° de cat. : CW65-8/45F. Prix : 12,50 $. Publ. en 1984.

POOR
QUALITY
ORIGINAL